



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E
PESQUISA**

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA VOLUNTÁRIA – PICVOL

**Desenvolvimento de um software para o dimensionamento
de um sistema
maremotriz de geração de energia**

Área do conhecimento: Engenharia Mecânica
Subárea do conhecimento: Energias renováveis
Especialidade do conhecimento: Maremotriz

Relatório Final
Período da bolsa: de Agosto 2019 a Julho 2020

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

PICVOL

Orientador: Prof. Dr. Wilson Luciano de Souza
Autor: Gultembergue Carvalho Rodrigues Oliveira

Sumário

1. INTRODUÇÃO	3
1.1 SOBRE O SISTEMA	4
2. OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVOS GERAIS	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3. METODOLOGIA	7
4. FUNDAMENTAÇÃO	8
4.1 POTENCIAL ENERGÉTICO	9
4.2 IMPACTOS AMBIENTAIS	13
4.3 TIPOS DE USINA	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
5.1 DESENVOLVIMENTO DAS EQUAÇÕES QUE MODELAM O COMPORTAMENTO OSCILATÓRIO DAS ONDAS DO MAR E DO SISTEMA EM ESTUDO	15
5.1.1. Equações fundamentais.....	15
5.1.2. Sistema de Estado de Espaço.....	17
5.1.2. Determinação das Matrizes.....	18
5.1.3. Equações da Usina.....	19
5.1.4. Construção da matriz unificada.....	20
5.2 UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA VIRTUAL CAD PARA DESENHO E CAE PARA MODELAR UM SISTEMA DE WEC	22
5.2.1. SOLIDWORKS	22
5.2.1. ANSYS.....	24
5.2.1. MATLAB	26
5.3 DIMENSIONAMENTO DOS DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA	26
5.3.1. Acumulador hidropneumático e câmara hiperbárica.....	27
5.3.2. Bomba.....	28
5.3.3. Turbina do tipo Pelton.....	29
5.4 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE	30
5.4.1. Main APP.....	30
5.4.2. Funções.....	34
5.5 RESULTADOS	37
6. CONCLUSÃO	45
7. PERSPECTIVA DE TRABALHOS FUTUROS	46
8. REFERENCIAS	47
9. OUTRAS ATIVIDADES	50
ANEXO I.....	51

1. INTRODUÇÃO

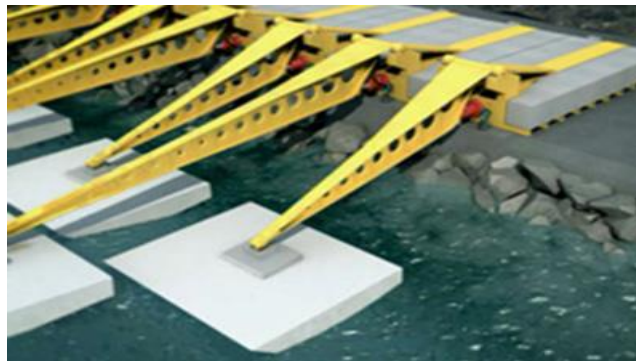
Com o descobrimento da depleção das reservas petrolíferas mundiais, aliado a exposição das consequências climáticas da emissão de gases do efeito estufa, a busca por fontes alternativas de energia, principalmente as renováveis, tornou-se um dos grandes focos do desenvolvimento tecnológico mundial. Entre estas se destacam as solares, hidráulicas e eólicas devido a os altos potenciais energéticos e a menor pegada de carbono quando comparada aos demais meios alternativos.

Nesse âmbito, a energia das marés se destaca como uma das com maior potencial teórico mundial, chegando a 3.7 TW (Mork et al, 2010). Dentre os diversos continentes, a América do sul apresenta considerável potencial, atingindo um total de 206 GW sendo 122 GW pertencentes à costa brasileira (Meisen et al, 2010).

Outra vantagem dessa forma de captação energética é a vasto leque de tipos de usina, locais de aplicação e materiais usados em sua construção (Antonio, 2010). Devido a esses fatores, a captação de energia do mar pode ser feita tanto na costa (*On shore*) quanto em mar aberto (*Off shore*) e nos mais diversos tipos de relevos marítimos sendo necessário apenas levar em conta as condições do local de aplicação e uma averiguação do custo-benefício da construção desse tipo de estrutura.

Posto isso, deve se retratar que, devido à variação de fluxo energético entre diferentes localidades e o relativo curto prazo de existência dessa tecnologia quando comparado às demais, se torna necessário estudos extensivos nos locais de aplicação (Bossarelle et al, 2015) para garantir que a usina traga mais vantagens que outras fontes à região em comparação a outras fontes energéticas que independem das condições ambientais para sua aplicação.

Figura 1.1: Esquema de usina maremotriz da COPPE.

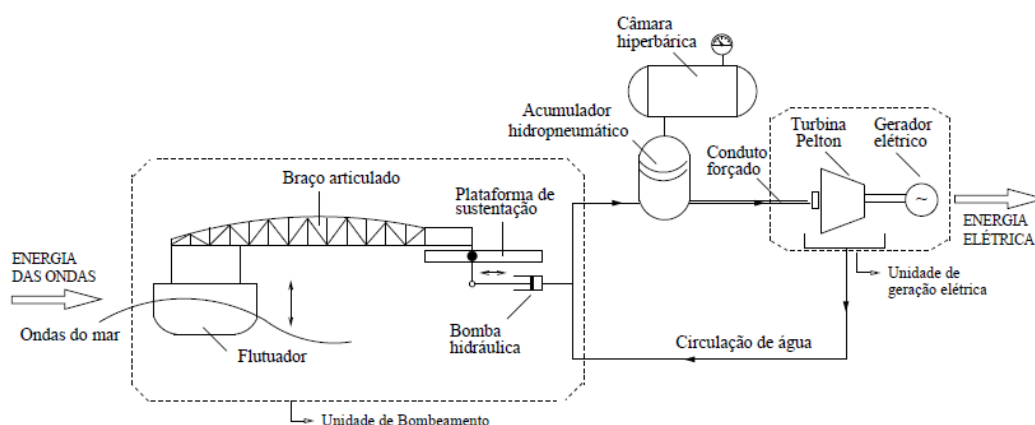


Fonte: (COPPE, 2005)

1.1 SOBRE O SISTEMA

Uma visão geral do sistema em estudo pode ser vista na figura 1.2. Este é composto por um subsistema mecânico, cujos parâmetros para o programa devem ser determinados pelo usuário previamente, um subsistema hidráulico e um subsistema eletromecânico. A parte mecânica por sua vez é composta pelos suportes, rolamentos, pinos, juntas universais, braço giratório e flutuadores. A parte hidráulica é composta por bombas de deslocamento positivo, um acumulador hidropneumático, uma câmara hiperbárica, um reservatório, tubulações e acessórios em geral. O sistema eletromecânico é composto por uma turbina Pelton e um gerador de energia elétrica. Deste último subsistema será apenas dimensionada a turbina Pelton devido ao fato que as equações que regem o gerador estão fora do escopo da área de conhecimento do autor.

Figura 1.2: vista geral da usina.



Fonte: (Garcia-Rosa et al, 2010)

Neste sistema um ou mais flutuadores e seus braços giratórios servem, ao mesmo tempo, como transmissores e amplificadores das forças exercidas pelas águas, agindo como uma alavanca cujo fulcro se encontra acima da posição de suas respectivas bombas. As bombas, por sua vez, recebem a carga transmitida, transformando a energia obtida em fluxo do fluido de trabalho (água).

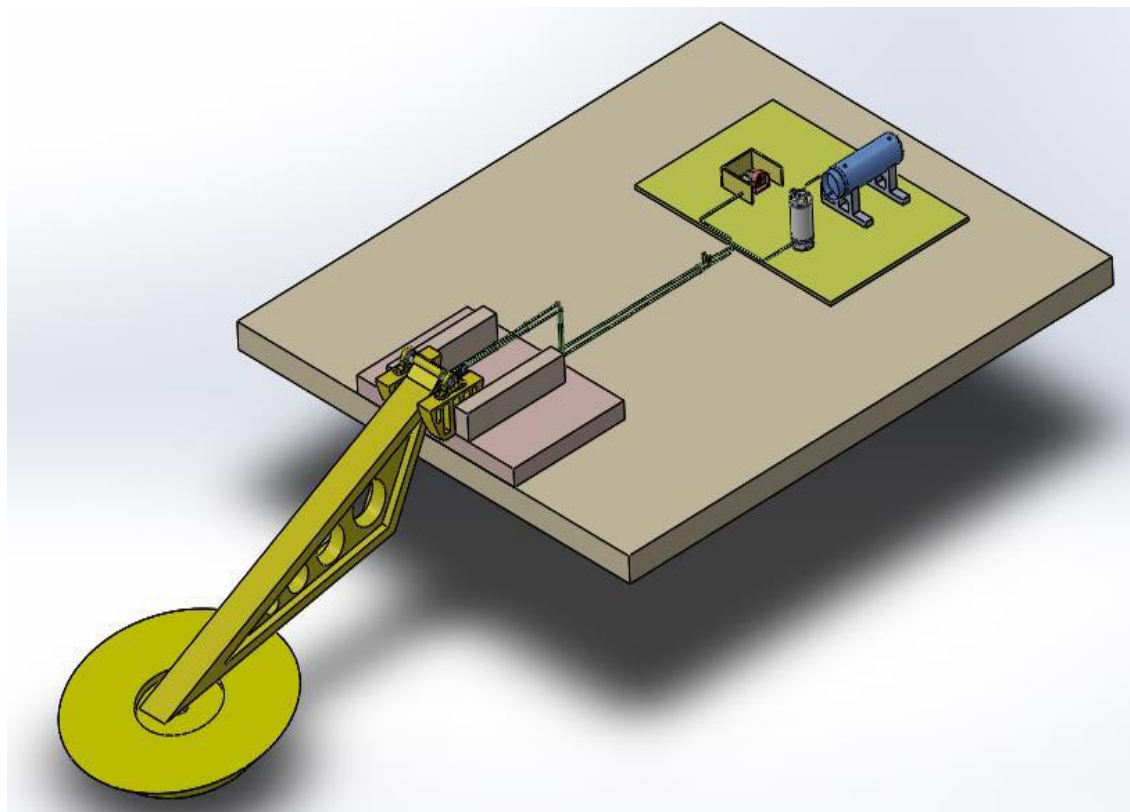
Para cada usina existe apenas um acumulador, reservatório, câmara hiperbárica e turbina. O acumulador tem como função atenuar o comportamento oscilatório do fluxo, ganhando energia quando as ondas estão mais intensas que o normal e liberando quando o oposto ocorre. A câmara é diretamente conectada ao acumulador servindo como reservatório do fluido de amortecimento, neste caso, o ar atmosférico.

Por fim, a turbina transforma a potência hidráulica em movimento rotacional mecânico que por sua vez é direcionado ao gerador elétrico. Ademais, o reservatório

capta água expelida pelo bico injetor da turbina que se encontra na linha de tubulação após o acumulador, evitando a perda do fluido de trabalho.

Cabe notar que este modelo de usina utilizado, é inspirado por e provém dos trabalhos produzidos pela COPPE. A figura a seguir, produzida por (Santos et al, 2018), mostra uma imagem isométrica do tipo de usina estudada:

Figura 1.3: Vista isométrica da usina hiperbárica.



Fonte: (Santos et al, 2018)

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho tem como objetivo o estudo do comportamento das ondas do mar com o intuito de captar energia das marés de forma a se conseguir a geração de energia elétrica através de WECs (*Wave Energy Converters*) para que se atenda a necessidade do mercado por fontes energéticas amigáveis ao meio ambiente. Dessa forma, um software será desenvolvido para auxiliar o design das usinas através da estimação de alguns dos parâmetros principais para tal: a dimensão dos equipamentos, o rendimento esperado, a energia obtida e o comportamento do sistema.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar a teoria do comportamento oscilatório das ondas do mar;
- Dimensionar e modelar um sistema para o aproveitamento da energia maremotriz;
- Desenhar o sistema idealizado em plataforma CAD;
- Dimensionar os diversos equipamentos e acessórios que compõe o sistema idealizado;
- Desenvolvimento de um software que permita mensurar o porte dos diversos equipamentos e a capacidade de geração e aproveitamento de energia de ondas de Sergipe.

3. METODOLOGIA

O objetivo desta seção é informar os métodos utilizados na realização das atividades pertinentes a este relatório. A fim de realizar tais atividades, realizou-se uma pesquisa extensiva e sistemática em artigos, teses de mestrado e doutorado, TCCs entre outras publicações técnico-científicas, de forma a se reunir os fundamentos necessários para a compreensão das teorias, práticas e do estado da arte relacionados à área de obtenção de energia renovável advinda dos movimentos das marés.

A seguir, em posse do embasamento necessário, reuniram-se as equações que descrevem o comportamento de objetos submetidos às forças da maré no âmbito de seu movimento de alteamento e afundamento, em (Falnes et al, 1995), da parametrização das resposta no domínio de frequência das boias, que podem ser obtidas tanto por meio de experimento quanto por simulações computacionais, encontrada nas publicações de (Perez et al, 2008). Determinou-se também as formulações necessárias para a modelagem do comportamento dos equipamentos da usina, salvo as devidas considerações, através dos trabalhos de (Garcia-Rosa et al, 2010), de (Martinez et al, 2012), (Perry et al, 2007) entre outros diversos trabalhos citados posteriormente.

Ademais, através de softwares CAD e CAE, desenvolveu-se o algoritmo necessário para a realização de simulações e determinação das dimensões teóricas de alguns dos possíveis equipamentos utilizados neste modelo de usina e construíram-se os desenhos dos equipamentos, necessários para tal, que formão a estrutura em questão.

Toda esta metodologia foi apoiada pelo suporte do orientador e dos demais professores pertencentes ao departamento do autor deste trabalho que se dispuseram a tirar toda e qualquer dúvida, teóricas e práticas, que acometeram o autor no decorrer da execução das tarefas.

Por fim, realizou-se estudo intenso das bases teóricas que se relacionam a área de modelagem, tanto das ondas e equipamentos quanto as minúcias pertencentes à área, através da leitura de livros-textos matemáticos gerais e especializados de forma a atribuir ao autor às capacidades necessárias para compreender o assunto em destaque.

4. FUNDAMENTAÇÃO

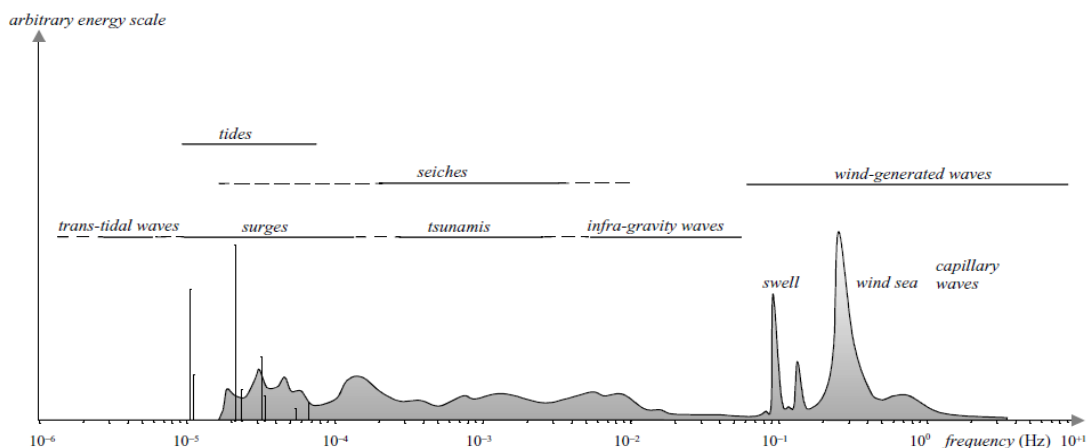
Ondas podem ser definidas como um conjunto de fenômenos, originados por uma perturbação, oscilatórios e que são transmitidos ou não por um meio. Segundo (Holthuijsen, 2007), tomando a definição de onda como o movimento vertical dos oceanos, existem diversos tipos de ondas que atendem este critério, sendo estas divididas por seu comprimento ou período.

(Leblond, 1981) define os seguintes tipos de ondas oceânicas mais comuns:

- Ondas sonoras devido à compressibilidade do fluido;
- Ondas de Alfvén, devido à eletro condutividade na presença de um campo magnético;
- Ondas gravitacionais que surge da força restauradora da gravidade agindo sobre um distúrbio de um equilíbrio.
- Ondas giroscópicas devido ao efeito coriolis;
- Ondas de Rossby, que surgem devido à diferença do potencial de vorticidade devido a diferenças de profundidade ou latitude;
- Ondas capilares devido a forças restauradoras oriundas da tensão superficial entre fluidos;

Dentre os tipos de ondas definidos a cima, apenas as ondas gravitacionais geradas pelas forças do vento terão destaque visto que estas possuem maior potencial energético que as capilares e maior frequência de ocorrência que as demais, como pode ser observado na figura 4.1.

Figura 4.1: Frequências e períodos dos movimentos verticais da superfície do oceano.



Fonte: Holthuijsen, 2007

4.1 POTENCIAL ENERGÉTICO

Para avaliarmos a viabilidade da construção de uma usina, torna-se necessário o estudo do potencial energético que os mares e oceanos do mundo detêm. Trabalhos como os de (Mork et al, 2010) e (Guimarães et al, 2019) são algumas desses que revelam o potencial energético mundial, no caso de (Mork et al, 2010) e os da plataforma continental brasileira como (Guimarães et al, 2019).

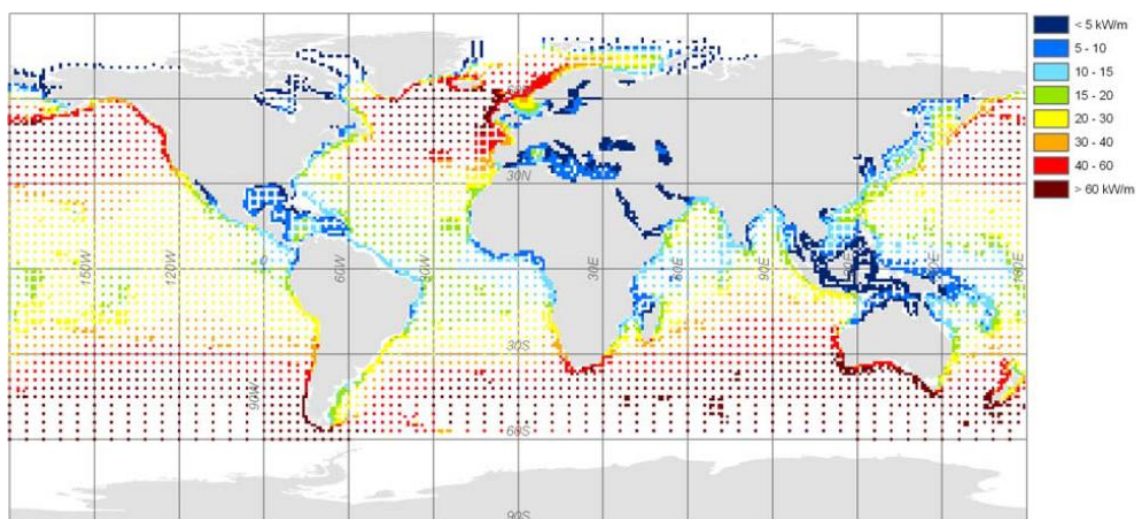
Segundo (Mork et al, 2010), o potencial energético bruto mundial é de 3.7 TW, 3.5 TW nas áreas que excluem climas de ondas amenas, 3 TW de potencial líquido, sendo um diferencial de 20% entre os potenciais brutos e líquidos. (Mork et al, 2010) explica que isso se deve, em boa parte, às áreas onde a cobertura oceânica de gelo se torna um problema para o aproveitamento energético. Na figura 4.2 é possível observar um mapa que exibe o potencial energético mundial e na tabela 4.1 é possível identificar o potencial bruto, excluindo-se climas amenos, e líquido de diversas regiões do globo. A tabela 4.1 nos mostra que o potencial costeiro leste da América do Sul, cuja boa parte pertence ao Brasil, é de cerca 6.8% do potencial energético global líquido, tornando extremamente atrativo o aproveitamento dessa energia.

Tabela 4.1: Dados de potencial energético de diversas regiões em GW.

REGION	P_{gross}	P	P_{net}
Europe (N and W)	381	371	286
Baltic Sea	15	4	1
European Russia	37	22	3
Mediterranean	75	37	37
North Atlantic Archipelagos	111	111	111
North America (E)	115	103	35
North America (W)	273	265	207
Greenland	103	99	3
Central America	180	171	171
South America (E)	206	203	202
South America (W)	325	324	324
North Africa	40	40	40
West and Middle Africa	77	77	77
Africa (S)	178	178	178
Africa (E)	133	133	127
Asia (E)	173	164	157
Asia (SE) and Melanesia	356	283	283
Asia (W and S)	100	90	84
Asiatic Russia	172	162	23
Australia and New Zealand	590	574	574
Polynesia	63	63	63
TOTAL	3702	3475	2985

Fonte: (Mork et al, 2010)

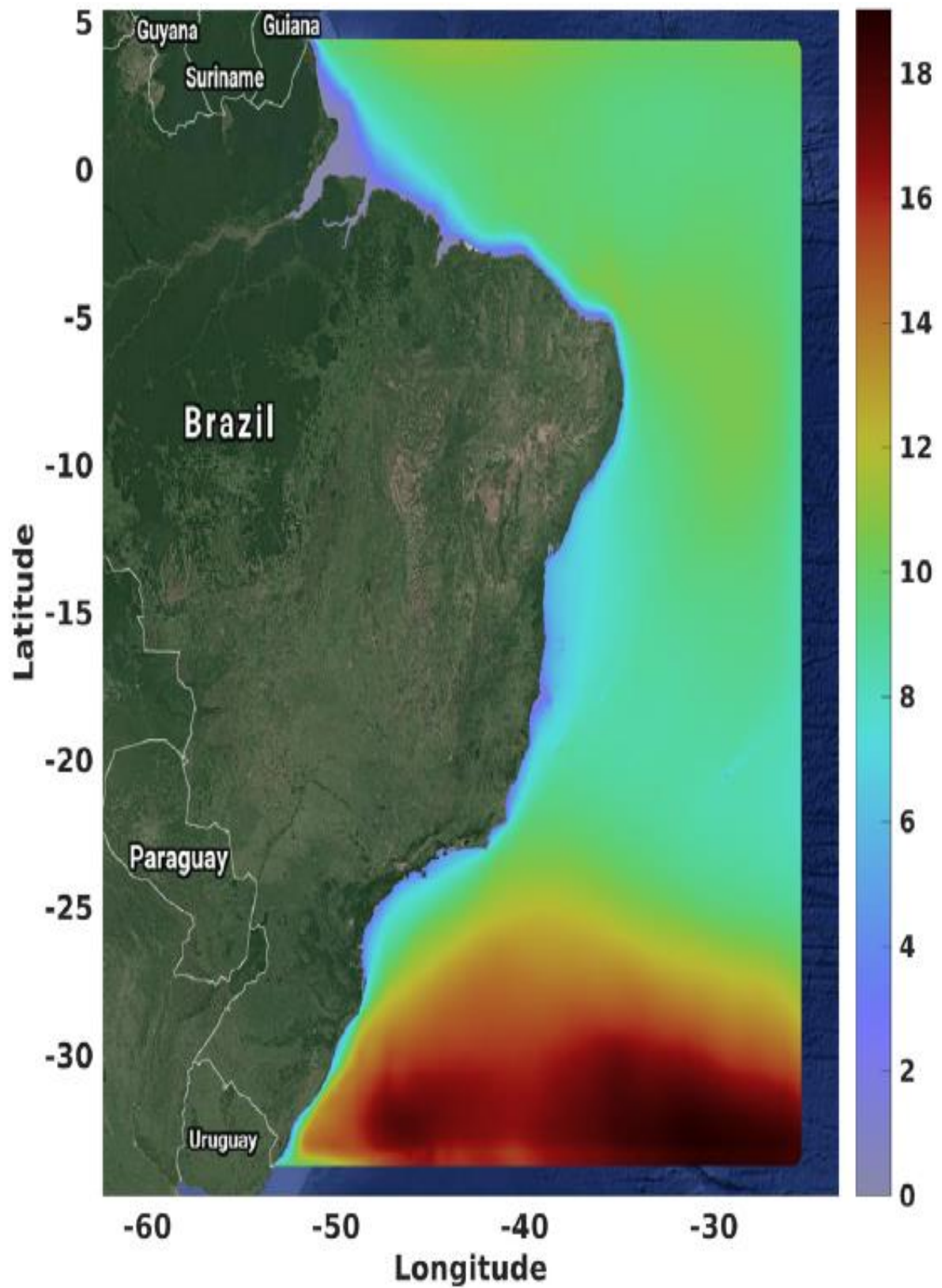
Figura 4.2: Mapa do potencial energético mundial.



Fonte: (Mork et al, 2010)

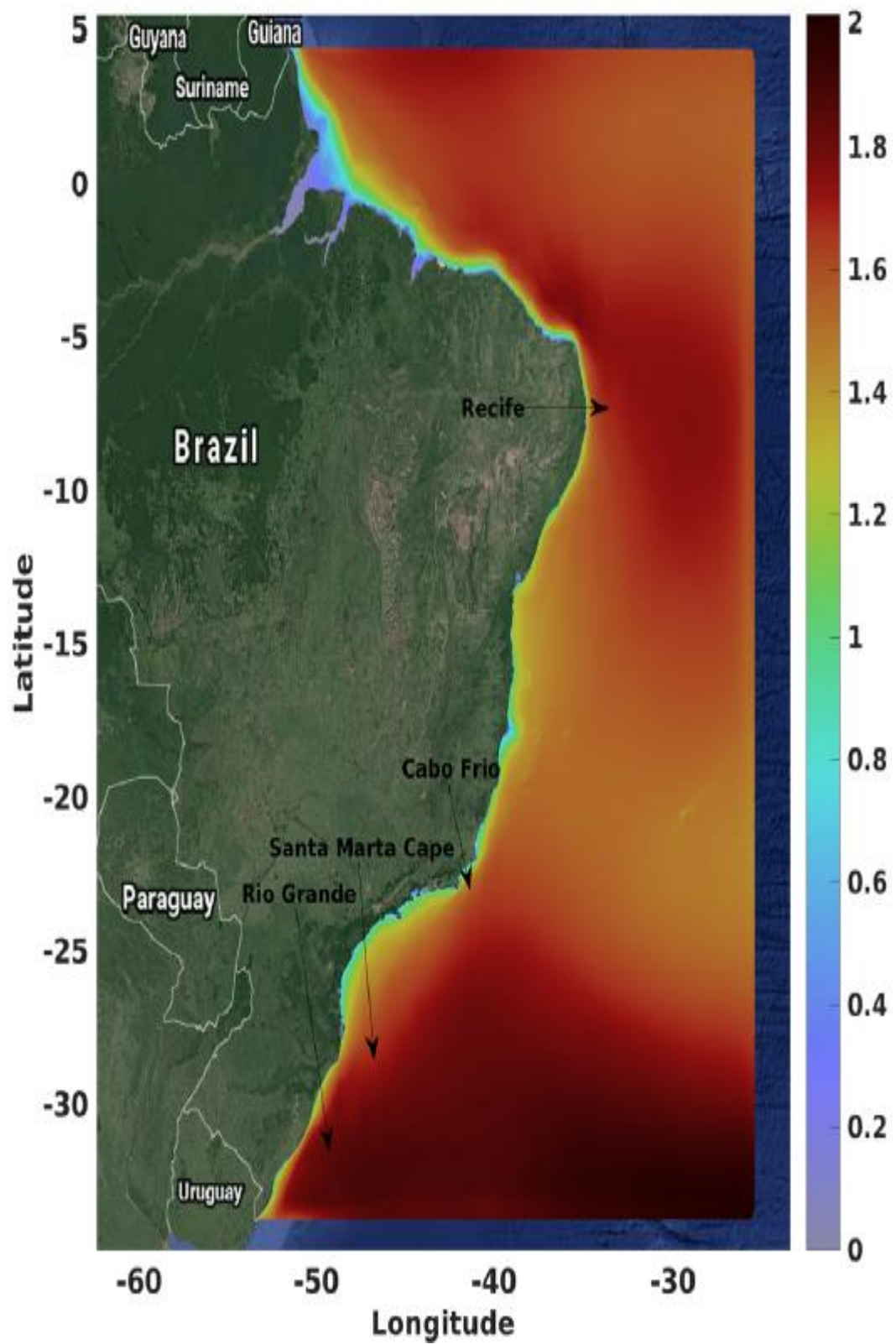
(Guimarães et al, 2019) mostra que a média da altura de onda significativa ao sul do país é de dois metros, enquanto que ao norte se encontra um valor de um metro. Da mesma forma, também se determina que a potência energética média encontrada é de até 11 kW/m ao sul e 5 a 8 kW/m ao norte do país. (Guimarães et al, 2019) explica que um dos possíveis motivos dessa ocorrência são as diferenças de incidência das marés cuja direção ao sul do país segue, predominantemente, a mesma direção. As figuras 4.5 e 4.6 mostram respectivamente o potencial energético e altura das ondas ao longo da costa brasileira.

Figura 4.5: Potencial energético ao longo da costa kW/m.



Fonte: (Guimarães et al, 2019)

Figura 4.6: Altura significativa de onda em metros.



Fonte: (Guimarães et al, 2019)

4.2 IMPACTOS AMBIENTAIS

Segundo (McMurray et al, 2008), para a melhor determinação dos impactos ambientais da construção de usinas de geração de energia movida pela energia das ondas, devemos, após a determinação de todas as ações que podem gerar quaisquer tipos de efeitos ecológicos durante a fase de projeto, desde sua construção até seu descarte, identificar os estressores e receptores envolvidos com o projeto.

Para (Boehlert et al, 2010) estressores são considerados como características do ambiente onde o projeto será executado que podem sofrer mudanças em decorrência da instalação, manutenção, operação ou desmantelamento da usina em questão. (Boehlert et al, 2010) também define que receptores são elementos do ecossistema que tem potencial para reagir de alguma forma ao estressor.

Os seguintes itens, segundo (McMurray et al, 2008) são considerados estressores:

- Modificações das ondas e correntes
- Estruturas sólidas (Pilares, fundações, etc)
- Campos eletromagnéticos
- Toxicidade química
- Emissões acústicas
- Efeitos cumulativos

Da mesma forma, para (Boehlert et al, 2010) os próximos itens são considerados receptores:

- Ambiente Físico
- Habitat Pelágico
- Habitat Benítico
- Fauna Marinha (Peixes, aves e mamíferos)

A construção de uma usina como a deste trabalho deve, portanto, levar em conta todos os fatores citados anteriormente visto que mesmo o menor desses pode levar a impactos imprevisíveis, tanto em nível dos ecossistemas locais, quanto na sociedade e ambiente em geral como deslocamento de comunidades pesqueiras, alteração da composição química local da água, mudança de comportamento migratório de aves, surgimento de novos ecossistemas em detrimento dos existentes a priori, entre outras consequências (Boehlert et al, 2010).

Diante das crescentes necessidades energéticas do mundo moderno, adjunto das complicações ambientais decorrentes do uso de combustíveis fósseis, as fontes

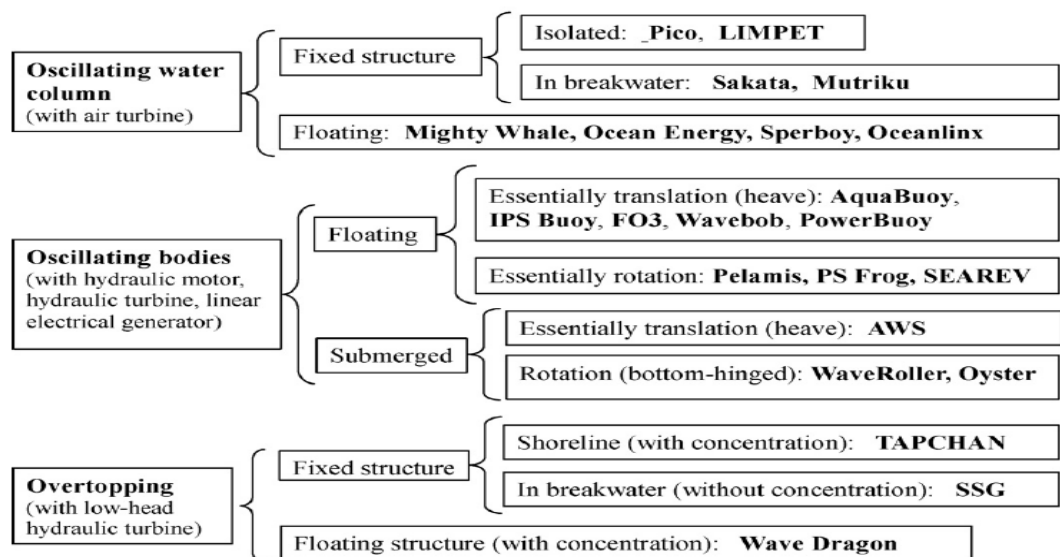
renováveis se tornam extremamente atraentes como formas de suprir a demanda em questão dado que os impactos ambientais destas são ordens de grandeza menores que os efeitos causados pelo uso de fontes não renováveis.

No entanto, não devemos descartar os efeitos e impactos ambientais causados pelos meios energéticos mais amigáveis ao meio ambiente. É preciso, Portanto, que a escassez de estudos referentes a isto seja remediada com urgência de forma que não haja a repetição de desastres ambientais em decorrência da falta do conhecimento em relação às consequências da construção de estruturas extratoras de energia.

4.3 TIPOS DE USINA

(Antonio, 2010) realiza um apanhado dos diversos tipos de tecnologias capazes de aproveitar o potencial energético das ondas do mar, seja “*offshore*” ou “*onshore*”, classificando-as de acordo com seu princípio de funcionamento. Os WEC (*Wave energy converter*) são divididos em: *Oscillating Water Column* (OWC), *Oscillating Bodies* e *Overtopping*. Na figura 4.7 é possível observar essa divisão de maneira mais detalhada.

Figura 4.7: Tecnologias de WEC.



Fonte: (Antonio, 2010)

Dentre estes, o modelo de usina deste trabalho se encaixa no grupo dos corpos oscilantes (*Oscillating bodies*) visto que a transferência energética advém das oscilações de uma boia acoplada a um braço mecânico que por sua vez é associado a uma bomba de deslocamento positivo que move o fluido de trabalho por um circuito hidráulico que termina em uma turbina Pelton. Porém este difere dos demais integrantes de seu grupo já que, segundo (Antonio, 2010), é representado por equipamentos “*offshore*” enquanto que o sistema em estudo é do tipo “*onshore*”.

Cabe notar que a usina a ser modelada neste trabalho e que é descrita na seção 1.1 provém da usina desenvolvida pelo COPPE e que é estudada nos artigos desenvolvidos por: (Garcia-Rosa et al, 2010), (Estefen, 2008), (Estefen, 2010) e (Martínez, 2012).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 DESENVOLVIMENTO DAS EQUAÇÕES QUE MODELAM O COMPORTAMENTO OSCILATÓRIO DAS ONDAS DO MAR E DO SISTEMA EM ESTUDO

As fórmulas encontradas na seção a seguir são utilizadas sob as seguintes suposições:

- Despreza-se a perda de carga nas tubulações;
- Desconsidera-se o atrito nas conchas da turbina;
- A expansão e compressão do acumulador são isotérmicas;
- Desprezam-se os efeitos de perda relacionados a acoplamentos e ao gerador elétrico que estaria conectado a turbina;
- Considera-se apenas o movimento vertical da boia;

5.1.1. Equações fundamentais

Para o estudo da dinâmica que rege os movimentos e tempos do subsistema mecânico da usina o autor deste trabalho baseou-se na metodologia aplicada por (Garcia-Rosa et al, 2010), que por sua vez é baseado em (Falnes, 2002), onde aquele define que o conversor hiperbárico e seu amortecimento estão atrelados à restrição mecânica imposta pelo movimento do pistão da bomba de deslocamento positivo. Dessa forma, durante o movimento de subida do flutuador, isto é, no estágio de admissão da bomba, a pressão na bomba se torna equivalente à atmosférica e, por consequência, exercem uma força proporcional no braço mecânico. Já no movimento de descida a pressão, ou seja, no estado de compressão, da bomba se iguala ao do acumulador.

(Cummins, 1962) define em sua obra que a equação do movimento de um objeto flutuante em qualquer direção pode ser definida pela seguinte equação:

$$\sum_{j=1}^6 \left[(m_j \delta_{jk} + m_{jk}) \ddot{x} + c_{jk} \dot{x}_j + \int_{-\infty}^t K_{jk}(t - \tau) \dot{x}_{jk} d\tau \right] = f_k(t) \quad (5.1)$$

Onde $j=1, 2, \dots, 6$ são os modos de movimento.

m_j é a inercia do objeto, mais especificamente, segundo (Ogilvie, 1964) é a massa adicional do objeto, isto é, a influencia da “memoria da agua” neste, que ocorre

devido a massa de fluido que se movimenta imediatamente com o corpo quando este faz o mesmo, sendo independente de outros fatores senão a geometria deste.

δ_{jk} é delta de kroneker e é igual a 1 se $j=k$ e 0 caso contrário.

c_{jk} é a força hidrostática no modo k devido ao movimento de x_j no modo j

$K_{jk}(t - \tau)$ é, segundo (Garcia-Rosa et al, 2010), o termo de memória fluida dado por:

$$K_{jk}(t - \tau) = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty R_r(\omega) \cos[\omega(t - \tau)] d\omega \quad (5.2)$$

Para um movimento unicamente vertical ($j=3$) do flutuador, utilizando a nomenclatura de (Garcia-Rosa et al, 2010) e garantindo a casualidade da equação, isto é, $K(t - \tau) = 0, \forall t < 0$ a eq.1 pode ser decomposta em:

$$(m_m(\infty) + m_r)\ddot{x} + S_m \dot{x} + \int_0^t K(t - \tau) \dot{x} d\tau = f(t) \quad (5.3)$$

Por fim, realizando uma substituição de variáveis $\dot{x} = v_n$ temos que:

$$(m_r(\infty) + m_m) \frac{dv_n(t)}{dt} + S_m \int_0^t v_n(\tau) d\tau + \int_0^t K(t - \tau) v_n(\tau) d\tau = f(t) \quad (5.4)$$

Sendo $f(t)$, segundo (Garcia-Rosa et al, 2010) as forças de excitação causadas pelas ondas incidentes e pela reação do pistão da bomba:

$$f(t) = f_e(t) + f_p(t) \quad (5.5)$$

E, considerando-se ondas regulares e senoidais em águas profundas:

$$f_e(t) = F_e(\omega) \cos \omega t \quad (5.6)$$

$$F_e(\omega) = H_\omega \sqrt{\frac{\rho_\omega g^3 R_r(\omega)}{2\omega^3}} \quad (5.7)$$

$$f_p = A_p p_p(t), p_p(t) \approx \begin{cases} P_{ATM}, v_n(t) > 0 \\ p_a, v_n(t) < 0 \end{cases} \quad (5.8)$$

$$J = \frac{\rho_\omega g^2}{32\pi} H_\omega^2 T \quad (5.9)$$

$$P_{a,max} = \frac{F_e^2}{8R_r} \quad (5.10)$$

Onde A_p é a área da bomba, p_p é a pressão na bomba, P_{ATM} é a pressão atmosférica, T é o período das ondas, p_a é a pressão no acumulador, ω é a frequência da onda incidente, ρ_ω é a densidade da água do mar, H_ω é a altura da onda e R_r, S_m e m_r são o amortecimento da boia para a frequência da onda local, o produto entre a densidade, a gravidade e a área do plano da água da boia e a massa adicional da

boia devido à água quando a frequência das ondas tende ao infinito, respectivamente e são calculados, no caso deste projeto, pelo ANSYS, m_m é a massa do flutuador, J é o fluxo de energia médio das ondas medido em W/m e $P_{a,max}$ é a potência máxima que um conversor de energia é capaz de absorver (Garcia-Rosa et al, 2010).

Para muitos autores, no entanto, o uso das formulas acima se torna dispendioso de mais para a resolução numérica devido à presença de um termo de transformada de Fourier nas equações (Taghipour et al, 2008). Para tanto, diversos métodos foram criados para a alteração das fórmulas acima, sendo a escolhida vista na seção seguinte.

5.1.2. Sistema de Estado de Espaço

Como mencionado na seção anterior, simulações da resposta hidrodinâmica de estruturas marítimas por forma da convolução vista na equação 5.2 podem ser demasiadamente dispendiosas no sentido computacional dependendo do passo, do tamanho da simulação e dos graus de liberdade do modelo (Taghipour et al, 2008). Portanto, substituir este modelo por uma representação de estado de espaço se torna atrativo devido a simplicidade de solução desta (Taghipour et al, 2008).

Segundo (Taghipour et al, 2008) existem três principais formas de realizar a substituição da integral de convolução. São estas:

1. Substituir os coeficientes de massa adicional m_r e a equação 5.2 por fatores constantes
2. Substituir a convolução por uma formulação de estado de espaço

$$(m_m(\infty) + m_r)\ddot{x} + S_m x + f_r(t) = f(t) \quad (5.11)$$

$$\dot{z}(t) = Az(t) + B\dot{x}(t) \quad (5.12)$$

$$f_r(t) = Cz(t) + D\dot{x}(t) \quad (5.13)$$

3. Substituir a resposta força para movimento por um modelo de estado de espaço:

$$\dot{z}(t) = Az(t) + Bu(t) \quad (5.14)$$

$$y(t) = Cz(t) + Du(t) \quad (5.15)$$

Onde $u(t)$ é o input, ou seja, a força transmitida pela onda incidente, A, B, C e D são os coeficientes do sistema sendo D, geralmente, igual à zero.

Dentre os três modos apresentados o último é o que mais se aplica ao caso deste relatório visto que o primeiro é de baixa ordem e depende da sensibilidade do sistema à

variação de frequência das ondas. Ademais se cabe notar que o modo escolhido foi sugerido por (Cummins, 1962) (Taghipour et al, 2008).

5.1.2. Determinação das Matrizes

(Yu et al, 1995) define os coeficientes A, B e C da seguinte maneira:

$$A = \begin{bmatrix} & A_p & & 0 & B_p \\ & & & 0 & \\ 0 & \dots & 0 & 0 & 1 \\ & \frac{C_p}{a} & & \frac{b}{a} & 0 \end{bmatrix} \quad (5.16)$$

$$B = \left[0 \quad \dots \quad 0 \quad -\frac{1}{a} \right]^T \quad (5.17)$$

$$C = [0 \quad \dots \quad 0 \quad 1 \quad 0]$$

Onde as matrizes A_p , B_p e C_p são dadas por (Taghipour et al, 2008):

$$A_p = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -a_0 \\ 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & -a_2 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & -a_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -a_{n-2} \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -a_{n-1} \end{bmatrix} \quad (5.18)$$

$$C_p = [0 \quad 0 \quad 0 \quad \dots \quad 0 \quad 1] \quad (5.19)$$

$$B_p = [b_0 \quad b_2 \quad b_3 \quad \dots \quad b_{m-2} \quad b_{m-1}]^T \quad (5.20)$$

Onde:

$$a = -(m_r(\infty) + m_m) \quad (5.21)$$

E

$$b = S_m = \rho g S \quad (5.22)$$

Onde S é a área do plano da água do flutuador. Os parâmetros $a_1 \dots a_{n-1}$ e $b_1 \dots b_{m-1}$ são os parâmetros da função de transferência da memória da água que é (Taghipour et al, 2008):

$$K(s) = \frac{P(s)}{Q(s)} = \frac{b_m s^m + \dots + b_0}{s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0} \quad (5.23)$$

Mantendo:

$$m - n = 1 \quad (5.24)$$

Segundo (Taghipour et al, 2008) parâmetros podem ser determinados usando a seguinte equação:

$$\theta_k = \arg \min_{\theta_k} \sum_i s_{i,k} |Q(j\omega_i, \theta) K(j\omega_i) - P(j\omega_i, \theta)|^2 \quad (5.25)$$

Onde:

$$s_{i,k} = \frac{1}{|Q(j\omega_i, \theta_{k-1})|^2} \quad (5.26)$$

E:

$$\theta = [b_m, \dots, b_0, a_{n-1}, \dots, a_0]^T \quad (5.27)$$

Utilizando-se da função “*invfreqs*” da “*Signal Processing Toolbox*” do Matlab de forma iterativa, por volta de $k = 20$ e escolhendo como peso inicial $s_{i,1} = 1$ o problema pode ser facilmente resolvido. Além disso, é preciso ter em mãos dados discretos da resposta hidrodinâmica do flutuador no domínio da frequência, $K(j\omega)$, que pode ser obtido por testes experimentais ou, como no caso deste trabalho, através de softwares de simulação (Taghipour et al, 2008).

Segundo (Perez et al, 2009), para determinar a ordem, isto é, o quão grande são os valores de n e m , escolhe-se a ordem para qual o fator de correlação entre os dados reais ou simulados e os valores da função transferência obtidos através dos parâmetros encontrados são maiores ou iguais a 0.97. Por fim, é necessário checar se o sistema é estável e passivo. Caso não seja estável, basta obter as raízes do polinômio $Q(s)$, transformar sua parte real, caso positiva, em negativa, e reconstruir o polinômio com as novas raízes. Já na ocasião de não ser passivo, basta aumentar ou diminuir a ordem, e checar novamente se a propriedade é atendida.

5.1.3. Equações da Usina

Para estudar o comportamento dos equipamentos da usina, valeu-se das fórmulas utilizadas em (Martínez et al, 2012). A altura do pistão do acumulador, $x_a(t)$, é determinada pelo seguinte sistema de EDOs:

$$A_a \frac{dx_a(t)}{dt} = Q_i(t) - Q_0(t) \quad (5.28)$$

$$v_2(t) = \sqrt{2 \left[g(d + x_a(t)) + \left(\frac{P_1(t) - P_2}{\rho} \right) \right]} \quad (5.29)$$

$$P_1(t) = P_0 \left(\frac{V_T - dA_a}{V_T - (d + x_a(t))A_a} \right) \quad (5.30)$$

$$Q_0(t) = v_2(t)A_2$$

$$Q_i(t) = \begin{cases} 0, & v_n(t) > 0 \\ A_p v_n(t), & v_n(t) < 0 \end{cases} \quad (5.31)$$

Onde, $v_2, P_1, Q_i, Q_0, x_a, V_T, d, A_a, P_0, P_2, A_2 A_p v_n$ e ρ são, respectivamente, a velocidade de saída do jato de água em direção a turbina, a pressão interna do acumulador hidropneumático, a vazão de entrada do acumulador, a vazão de saída do acumulador, a posição do pistão, o volume total de água e gás do acumulador e da câmara hiperbárica, a posição inicial do pistão, a área do acumulador, a pressão inicial do acumulador, a pressão atmosférica, a área do injetor, a área da bomba, a velocidade do flutuador e a densidade do fluido de trabalho.

Já o torque da turbina Pelton, desconsiderando perdas por atrito, e sua potência são descritas pelas seguintes equações:

$$T_m(t) = R(v_2(t) - \omega_r R)(1 - \cos\beta)\rho Q_0(t) \quad (5.32)$$

$$P_m(t) = \omega T_m(t) \quad (5.33)$$

Onde, $T_m, R, \omega_r, \beta, \omega$ e P_m são, respectivamente, o torque mecânico gerado, o raio da turbina Pelton, a velocidade angular da turbina, o ângulo entre a velocidade de entrada e a de saída do jato de água, a velocidade relativa de saída do jato, e a potência mecânica gerada.

Para (MACINTYRE, 1983), a potência máxima ocorre quando:

$$\omega_r = \frac{0.45 * v_2}{2 * R} \quad (5.34)$$

E:

$$\omega = 0.55 v_2 \quad (5.35)$$

5.1.4. Construção da matriz unificada

Para que seja possível a observar a relação entre o movimento do flutuador e o comportamento da usina, torna-se necessário a adição de mais uma linha à matriz A, que representa o movimento do pistão. Para tanto, manipula-se o sistema das equações 5.28 a 5.31 em uma única EDO. Sendo esta:

$$\frac{dx_a}{dt} = \frac{A_p}{A_a} v_n(t) - \frac{A_2}{A_a} \sqrt{2 \left[g(d + x_a(t)) + \left(\frac{P_0 \left(\frac{V_T - d * A_a}{V_T - (d + x_a(t)) A_a} \right) - P_2}{\rho} \right) \right]} \quad \forall v_n(t) < 0 \quad (5.36)$$

Esta equação, porém, precisa ser linearizada antes que possa ser adicionada à matriz, e, por consequência, toda as outras equações que compõe o sistema de espaço de estado também precisam ser linearizadas. Após o procedimento obtém-se a matriz final:

$$A_L = \begin{bmatrix} & & 0 & & 0 \\ & A_p & \vdots & B_p & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & 0 \\ & \frac{C_p}{a} & \frac{b}{a} & 0 & -L_{fp} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{A_p}{A_a} & -L_{xa} \end{bmatrix} \quad (5.37)$$

Onde:

$$L_{fp} = \frac{P_0 A_a}{a(V_T - dA_a)} \quad (5.38)$$

$$L_{xa} = -0.5 \frac{A_2}{A_a} \frac{2 \left[g + P_0 \frac{A_a(V_T - dA_a)}{(V_T - dA_a - x_a^0 A_a)^2} \right]}{\sqrt{2[g(d + x_a^0)] + \left(\frac{\left(\left(P_0 \left(\frac{V_T - d * A_a}{V_T - (d + x_a^0) A_a} \right) \right) \right) - P_2}{\rho} \right)}} \quad (5.39)$$

Onde x_a^0 é o ponto de equilíbrio da variável $x_a(t)$ e, no caso deste trabalho, é igual a zero e L_{xa} e L_{fp} são coeficientes da linearização.

Cabe notar que ambas as matrizes A e A_L são utilizadas. Quando a vazão de entrada Q_i é igual à zero, utiliza-se a matriz A e calcula-se até que a velocidade passe o valor condicional e, com a equação 5.36 com seu primeiro termo igual à zero, encontra-se a altura do pistão separadamente. A partir desse ponto, resolve o sistema com a matriz A_L até que novamente a condição de troca seja atendida. Após linearização, o valor de $u(t)$ se torna:

$$u(t) = \begin{cases} f_e + P_{atm} * A_p, & v_n(t) > 0 \\ f_e(t), & v_n(t) < 0 \end{cases} \quad (5.40)$$

Apenas adicionou-se o efeito da pressão atmosférica exercida pela bomba durante a subida do flutuador visto que a força exercida por esta foi linearizada junto com as demais equações no caso de $v_{n(t)} < 0$. É necessário que, ao se alternar as matrizes para os cálculos, adicionem-se os valores do ponto de equilíbrio de todas as variáveis ao ponto de recomeço do cálculo, quando se vai de $A_L \rightarrow A$, e a subtraíam-se quando se vai de $A \rightarrow A_L$ dado que, no sistema linearizado as variáveis ficam da forma:

$$\tilde{X} = X(t) - X^0 \quad (5.41)$$

Sendo X^0 o ponto de equilíbrio.

5.2 UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA VIRTUAL CAD PARA DESENHO E CAE PARA MODELAR UM SISTEMA DE WEC

O objetivo voltado a desenhar o sistema idealizado foi redirecionado ao desenvolvimento do software devido ao fato de que este já foi cumprido em trabalhos anterior desta mesma linha de pesquisa, como visto na figura ***, e fazê-lo novamente não auxiliaria a execução do objetivo principal deste projeto que é a produção do programa.

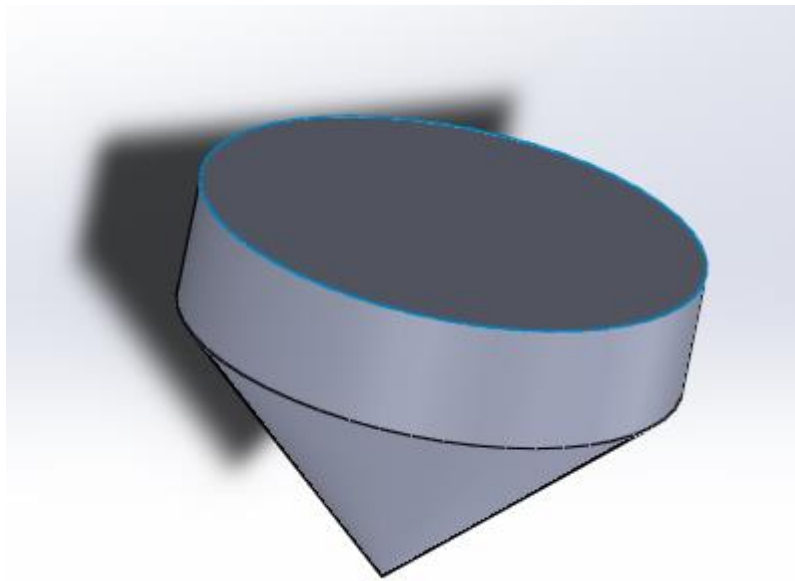
Ademais, o único componente da usina cujo desenho, durante a pesquisa, se mostrou necessário produzir foi a boia dado que, para realizar testes no software, a modelagem das reações do flutuador ao ambiente é essencial e sem este não seria possível observar a qualidade e acurácia dos resultados exibidos pelo programa.

5.2.1. SOLIDWORKS

Para realizar a obtenção de dados necessários para a verificação e estudo do funcionamento do sistema, além de validar a teoria e sua aplicação, utilizou-se o software de desenho CAD 3D SOLIDWORKS. Cinco desenhos foram feitos de forma a serem utilizados no módulo AQWA do ANSYS e, para tal, estes objetos foram desenhados como superfícies e salvos no formato “*parasolid*” visto que AQWA não aceita o formato nativo do CAD.

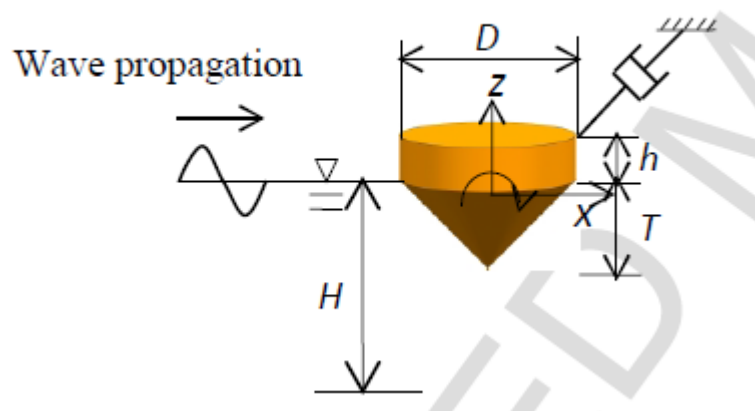
Devido à dificuldade do autor deste trabalho de determinar a massa adicional quando a frequência tende ao infinito dado à falta de experiência no uso do software, os primeiros desenhos não foram aceitáveis. O ultimo, no entanto, utilizou o projeto de flutuador feito por (Gao et al, 2018) já que o autor de tal trabalho calculou devidamente a $m_r(\infty)$. As figuras 5.1 e 5.2 mostram os desenhos desenvolvidos por este autor e o criado por (Gao et al, 2018) respectivamente. Já a figura 5.3 nos dá os dados do flutuador representado na figura 5.1.

Figura 5.1: Quinto e último desenho.



Fonte: Autor

Figura 5.2: Geometria do WEC desenvolvido por (Gao, 2018).



Fonte: (Gao et al, 2018)

As medidas na figura 5.2 são: $D = 8$ m, $T = 4$ m, $h = 2$ m, $H = 100$ m.

Cabe destacar que os desenhos utilizados não simulam completamente o comportamento da usina visto que estes foram desenvolvidos para flutuar livremente enquanto que na usina a boia possui uma serie de fixações. No entanto, o esboço ainda permanece uma representação viável para o estudo, validação e aplicação da teoria e testes no software desenvolvido.

Figura 5.3: Propriedades de massa da geometria da figura 5.1.

```

Propriedades de massa de Peça1
Configuração: Valor predeterminado
Sistema de coordenadas: -- valor predeterminado --

Densidade = 410.00000000 quilogramas por metro cúbico
Massa = 68696.15935850 quilogramas
Volume = 167.55160819 metros cúbicos
Área de superfície = 171.61709193 metros quadrados

Centro de massa: ( metros )
X = 0.00000000
Y = 0.00000000
Z = 0.20000000

Eixos principais de inércia e momentos de inércia principais: ( quilogramas * metros quadrados )
Tomado no centro da massa.
Ix = ( 1.00000000, 0.00000000, 0.00000000) Px = 326993.71854644
Iy = ( 0.00000000, 1.00000000, 0.00000000) Py = 326993.71854644
Iz = ( 0.00000000, 0.00000000, 1.00000000) Pz = 461638.19088910

Momentos de inércia: ( quilogramas * metros quadrados )
Obtido no centro de massa e alinhado com o sistema de coordenadas de saída.
Lxx = 326993.71854644 Lxy = 0.00000000 Lxz = 0.00000000
Lyx = 0.00000000 Lyy = 326993.71854644 Lyz = 0.00000000
Lzx = 0.00000000 Lzy = 0.00000000 Lzz = 461638.19088910

Momentos de inércia: ( quilogramas * metros quadrados )
Tomados no sistema de coordenadas de saída.
Ixx = 329741.56492078 Ixy = 0.00000000 Ixz = 0.00000000
Iyx = 0.00000000 Iyy = 329741.56492078 Iyz = 0.00000000
Izx = 0.00000000 Izy = 0.00000000 Izz = 461638.19088910

```

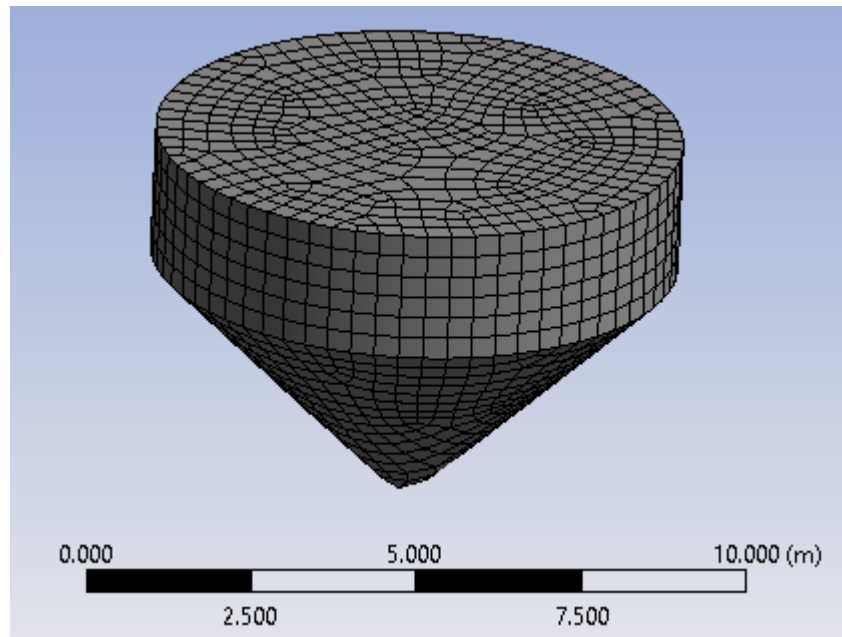
Fonte: Autor

5.2.1. ANSYS

Na execução deste projeto o software ANSYS foi utilizado para a determinação dos parâmetros de amortecimento e de massa adicional dos modelos de boia testados. Para tanto se usou o módulo AQWA *Hydrodynamic Diffraction* que permite a simulação dos parâmetros mencionados anteriormente sob condições de ondas irregulares, tornando possível investigar as reações do objeto de estudo a diferentes frequências.

A figura 5.4 mostra a malha utilizada no WEC visto na figura 5.1 para os testes. Esta possui um total de 1435 elementos com 1437 nódulos onde 602 e 637 destes são refratários, respectivamente. A malha também permite o programa calcular as respostas da boia a frequências entre 0 e 4.375 rad/s, que estão dentro do limite das frequências mais comuns de ondas utilizadas para este tipo de aplicação.

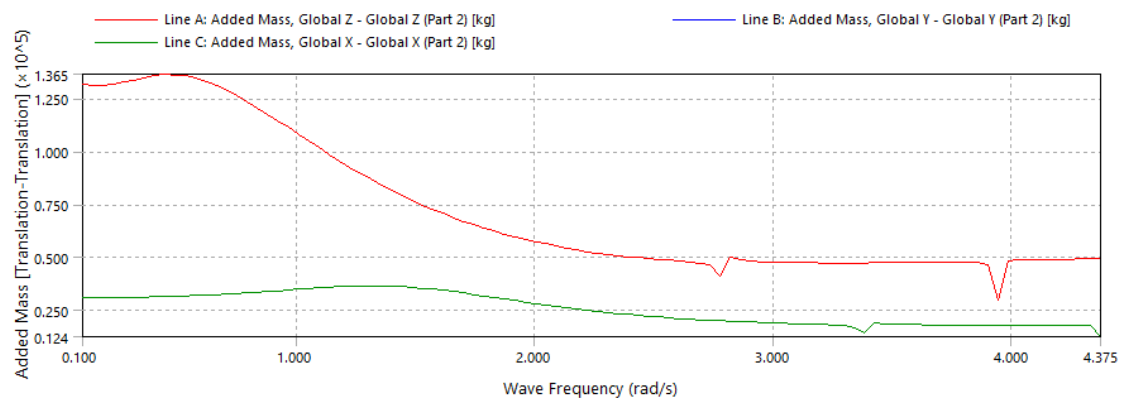
Figura 5.4: malha utilizada na geometria da figura 5.1.



Fonte: Autor

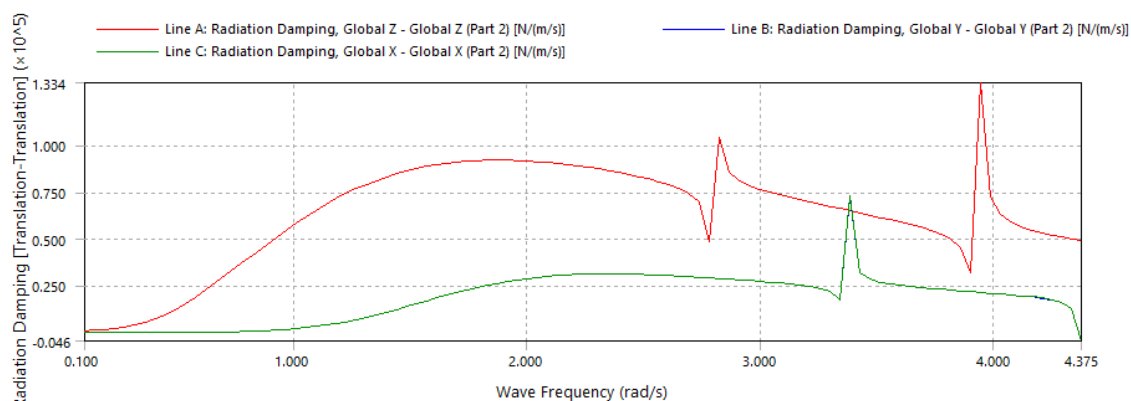
As figuras 5.5 e 5.6 mostram, respectivamente, os gráficos fornecidos pelo programa das massas adicionais e do amortecimento. Cabe notar que, em ambas as imagens, é possível perceber a presença de pontos errantes, que surgem, possivelmente, devido a problemas durante a simulação. Este é problema é facilmente consertado através de filtros de sinais presente nos demais softwares utilizados para os cálculos. Ademais, em ambos os gráficos nota-se a ausência da curva correspondente à legenda azul. Isso se dá devido ao fato que as curvas verdes e azuis possuem valores muito próximos e acabam se sobrepondo na imagem.

Figura 5.5: gráfico da massa adicional do WEC



Fonte: Autor

Figura 5.6: gráfico do amortecimento do WEC



Fonte: Autor

Comparando os gráficos encontrados com o trabalho de (Gao et al, 2018) é possível notar a semelhança esperada, excluindo-se os pontos errantes e a diferença de escala das imagens, exceto pelo fato de que, devido a problemas de processamento, não foi possível realizar a simulação de todos os pontos utilizados por (Gao et al, 2018).

5.2.1. MATLAB

Para testar a aplicação das fórmulas, a validação da teoria e desenvolvimento do programa, utilizou-se o Matlab e algumas de suas diversas “*Toolbox*” como software principal de cálculo. Isso se deve ao fato de que este possui poderosas ferramentas e capacidades de processar dados, sinais, matrizes além de resolver problemas de controle como os estudados neste projeto. Ademais, o programa também tem capacidade avançadas de desenvolver uma interface de usuário o que atende as necessidades do objetivo final deste projeto.

5.3 DIMENSIONAMENTO DOS DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA

Dentre a vasta variedade de equipamentos passíveis de serem utilizados na usina maremotriz, apenas os quatro mais importantes são estudados neste trabalho, devido a sua influencia determinante no comportamento do sistema, avaliando-se somente o seu porte, isto é, seus volumes, diâmetros internos, alturas e pressões, que são as propriedades relacionadas ao equipamento que mais afetam a usina. Além disto, a determinação da espessura e materiais a serem utilizados não está no escopo deste projeto.

5.3.1. Acumulador hidropneumático e câmara hiperbárica

Para a determinação dos parâmetros de volume, diâmetro, altura (da região cilíndrica) e pressão do acumulador (vazo de pressão de tampa esférica), utilizaram-se as seguintes fórmulas, que podem ser encontradas em catálogos deste tipo de equipamento, e que determinam o volume do gás no mesmo, assumindo-se reação de compressão e expansão isotérmica:

$$V_0 = \frac{\Delta V}{\frac{P_0}{P_1} - \frac{P_0}{P_2}} \quad (5.42)$$

$$r = \frac{V_2}{V_1} \quad (5.43)$$

$$V_1 * P_1 = V_2 * P_2 \quad (5.44)$$

$$P_0 = 0.96 * P_1 \quad (5.45)$$

Juntando-as temos:

$$V_0 = \frac{(r - 1) * V_2}{P_0 * \left(\frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_2} \right)} \quad (5.46)$$

Onde V_i, P_i onde $i = 0 \dots 2$ representa os estados de pré-carga, comprimido e expandido respectivamente. Segundo (Li et al, 2007), o valor de r para que se obtenha a maior densidade energética é de, aproximadamente, 2.71.

O volume total do acumulador se definiu como 25% a mais do valor de volume do gás no modo expandido para que se garanta um bom espaço para instalação de suas peças e manter-se uma boa reserva de água para quando o acumulador se encontrar em baixa pressão.

Da mesma forma, definiu-se o volume da câmara hiperbárica como 50% do volume do acumulador visto que para os cálculos ambos os equipamentos são considerados uma só entidade e para que se obtenha uma boa razão entre o amortecimento proporcionado e a massa de ar necessária para tal.

Para determina-se a altura de ambos os equipamentos utilizou-se a metodologia de (Moss, 2004) que determina que proporções ótimas dos vasos de pressão. Usamos então as relações entre altura e diâmetro vistas na tabela 5.1:

Tabela 5.1: Relação entre pressão, diâmetro e altura.

Pressão (PSIG)	Razão $\frac{L}{D}$
0-250	3
250-500	4
>500	5

Fonte: (Moss, 2004)

Usando as razões observadas anteriormente, é possível determinar a relação entre diâmetro e volume de cada equipamento com a fórmula a seguir:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * V}{\pi * (0.333 + \frac{L}{D})}} \quad (5.47)$$

5.3.2. Bomba

Para o dimensionamento deste componente, segundo (De-jongh et al, 2004), podemos utilizar as seguintes fórmulas:

$$q_{médio} = \frac{\omega}{2\pi} s_b A_b \quad (5.48)$$

$$A_b = \frac{\pi D_b^2}{4} \quad (5.49)$$

$$D_b = \frac{s_b}{s_r} \quad (5.50)$$

$$q_{médio} = 0.637 Q_{max} \quad (5.51)$$

Reorganizando obtemos:

$$s_b = \sqrt[3]{\frac{2.548 T Q_{max} s_r^2}{\pi}} \quad (5.52)$$

$$V_b = \frac{\pi D_b^2}{4} \quad (5.53)$$

$$L_b = 1.2 s_b \quad (5.54)$$

Onde s_b, D_b, V_b, L_b são, respectivamente, o curso, o diâmetro, o volume, e o comprimento da bomba. E s_r, Q_{max}, T e $q_{médio}$ são a razão curso/diâmetro da bomba, a vazão máxima do sistema, o período das ondas e a vazão média da bomba.

Para o comprimento da bomba, utilizou-se um incremento de 20% do curso da mesma de forma a se garantir espaço suficiente para os demais componentes da máquina.

5.3.3. Turbina do tipo Pelton

A turbina Pelton é um dos componentes mais importantes deste tipo de usina das ondas. De início, para dimensionar o equipamento, define-se o tamanho do jato que expulso pelo bico injetor. Para tal, calcula-se a coluna d'água, H_{h2o} , de forma a determina-se a velocidade estimada do jato, $V_{estimada}$, e, por conseguinte, o seu diâmetro máximo, $D_{maxjato}$. As fórmulas usadas nesta subseção são encontradas em (MACINTYRE, 1983).

$$V_{estimada} = \eta_{bocal} \sqrt{2gH_{h2o}} \quad (5.55)$$

$$D_{maxjato} = \sqrt[2]{\frac{4Q_{max}}{\pi n_{jato} V_{estimada}}} \quad (5.56)$$

Onde η_{bocal} , g , n_{jato} e Q_{max} são a perda no bocal, a gravidade, o número de jatos da turbina e a vazão máxima de água do sistema. (MACINTYRE, 1983) define a perda do bocal como aproximadamente 0.97. Daí, em função do diâmetro e da coluna d'água, podemos definir o raio da turbina como:

$$R_{turbina} = \begin{cases} 10D_{maxjato}, & H_{h2o} \leq 500 \\ 15D_{maxjato}, & H_{h2o} > 500 \end{cases} \quad (5.57)$$

Podemos, então, após os cálculos do comportamento da usina, calcular algumas das demais peças da turbina através das fórmulas a seguir:

$$N^{\circ}de\ conchas = 1.5 \left(12 + \frac{0.7R_{turbina}}{D_{maxjato}} \right) \quad (5.58)$$

$$C_{conchas} = 2 * D_{maxjato} \quad (5.59)$$

$$L_{conchas} = 3 * D_{maxjato} \quad (5.60)$$

$$P_{conchas} = 0.95D_{maxjato} \quad (5.61)$$

$$Excesso_{conchas} = 0.13D_{maxjato} \quad (5.62)$$

$$Rasgo_{conchas} = 1.25D_{maxjato} \quad (5.63)$$

Onde, C_{concha} , L_{concha} , P_{concha} , $Excesso_{concha}$, $Rasgo_{concha}$ são, respectivamente, os comprimentos, largura, profundidade, excesso e rasgo da concha da turbina. Cabe mencionar também o ângulo entre a entrada e a saída do jato, que, segundo (MACINTYRE, 1983), é da ordem de 10°.

5.4 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

5.4.1. Main APP

A finalidade deste programa é o auxílio ao desenvolvimento e estudo de usinas maremotrizes através da estimação do comportamento e dos equipamentos da mesma, de forma a dar aos usuários um possível panorama de quanta energia pode ser absorvida pela estrutura proposta e do custo envolvido na mesma posto que, por meio do porte dos equipamentos estudados, pode-se discernir, parcialmente, a intensidade mínima dos gastos e logística envolvida para o bom funcionamento dos mesmos.

Para tal, o usuário entra com os dados correspondentes a geometria proposta para usina, as condições locais, e uma faixa de três parâmetros, um valor mínimo e máximo e quantos pontos entre eles serão avaliados, importantes que afetam o sistema: a pressão, o volume, e a vazão do fluido de trabalho. O usuário pode, também, definir o quão importante são os quatro parâmetros que são avaliados para a escolha do melhor resultado dentre os calculados.

A janela do aplicativo é dividida em cinco abas que são: *Start Up*, onde o usuário insere os dados de seu projeto, *Graph & Results*, onde se encontra gráficos que expõem o comportamento da usina e salvar os resultados no formato txt, *Decision Results*, onde pode se ver os pesos utilizados para a escolha e o ranking dos resultados encontrados, *Sizing*, onde se apresentam as dimensões dos equipamentos calculados e, por fim, *Numeric Values*, onde o usuário pode ter acesso a tabelas com os resultados numéricos dos gráficos vistos na segunda aba citada. As figuras 5.7 a 5.11 mostram tais abas.

Figura 5.7: Aba *Graph & Results*.

Start Up	Graphs & Results	Decision Results	Sizing	Numeric Values
Maximum_Power	Average_Flux	<p>As unidades dos valores da tabela ao lado, da esquerda a direita, estão em Watts e Watts por metro quadrado respectivamente.</p> <p>The units of the values on the adjacent table are, from left to right, watts and watts per square meter.</p>		
<input type="button" value="Save Results to CSV"/>		Plots	<input type="button" value="Buoy Position & Velocity"/>	

Fonte: Autor

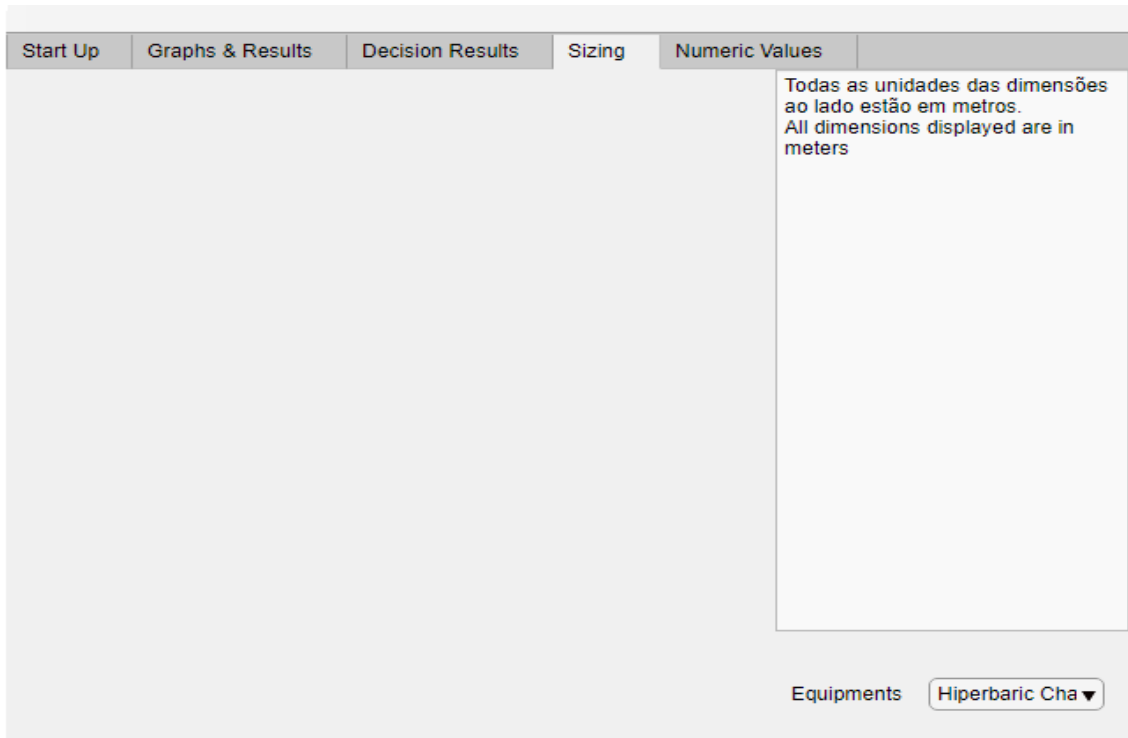
Figura 5.8: Aba *Decision Results*

Start Up	Graphs & Results	Decision Results	Sizing	Numeric Values
Pairwise_Weight	Entropy_Weight	Final_Weight	<p>Os métodos utilizados para a escolha dos parâmetros ideais dentre os calculados se aproveita do método de definição de pesos por análise hierárquica e pelo método entrópico aplicados no método MOORA como definido por (moradian, 2018)</p> <p>The methods used for the decision making of the ideal parameters among those calculated had their weights determined through AHP and entropy applied on the MOORA method as developed by (moradian,2018)</p>	
Efficiency	Total_Volume	Maximum_Pressure	Stddev_of_Piston	Ranking
<div> <div></div> <div></div> </div>				

Fonte: Autor

Numeric Values						
Start Up	Graphs & Results	Decision Results	Sizing	Numeric Values		
Internal_Pressure	Exit_Velocity	Inlet_Flow	Exit_Flow	Torque	Mechanical_Power	
<div></div>						

Figura 5.10: ABA Sizing.



Fonte: Autor

Figura 5.11: Aba *Start Up*.

Start Up	Graphs & Results	Decision Results	Sizing	Numeric Values																									
<p>Este software possui fins acadêmicos e, portanto, não deve ser utilizado na execução de projetos reais. This software was developed for academic purposes and, therefore, should not be used in the elaboration of a real project.</p> <p>Este software se utiliza dos dados das ondas e da massa adicional e do amortecimento da bôia utilizada e de seus acoplamentos para a simulação do comportamento do sistema de uma usina maremotriz. This software uses the waves, and the added mass and radiation damping data from the buoy and</p>																													
<div> <input checked="" type="checkbox"/> Passivity <div>Browser added mass CSV</div> <div>Browser radiation Dampening</div> </div>																													
Water Plane Area(m²) <input type="text" value="50.19"/>																													
Roughness <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="1"/>																													
Radiation Dampening(N*s/m) <input type="text" value="7.83e+04"/>																													
<div> <div>Decision Matrix</div> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>η</th> <th>V</th> <th>P</th> <th>σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>η</th> <td><input type="text" value="1"/></td> <td><input type="text" value="7"/></td> <td><input type="text" value="5"/></td> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <th>V</th> <td><input type="text" value="0."/></td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td><input type="text" value="0."/></td> <td><input type="text" value="0."/></td> </tr> <tr> <th>P</th> <td><input type="text" value="0."/></td> <td><input type="text" value="5"/></td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <th>σ</th> <td><input type="text" value="0."/></td> <td><input type="text" value="3"/></td> <td><input type="text" value="0."/></td> <td><input type="text" value="1"/></td> </tr> </tbody> </table> </div> <div> Infinite Mass(Kg) <input type="text" value="5.345e+04"/> Filter Coarsing <input type="text" value="10"/> </div>						η	V	P	σ	η	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3"/>	V	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>	P	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>	σ	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="1"/>
	η	V	P	σ																									
η	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3"/>																									
V	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>																									
P	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>																									
σ	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="1"/>																									
<div> Buoy Mass(Kg) <input type="text" value="6.87e+04"/> Buoy Density(kg/m³) <input type="text" value="410"/> </div>																													
<div> Period(s) <input type="text" value="4.88"/> Wave Height(m) <input type="text" value="1.4"/> </div>																													
<div> Tfinal(s) <input type="text" value="100"/> FlowSpan(m²/s) <input type="text" value="1e-0"/> <input type="text" value="0.01"/> </div>																													
<div> PressureSpan(Pa) <input type="text" value="1e+00"/> <input type="text" value="3e+00"/> VolumeSpan(m³) <input type="text" value="1e-0"/> <input type="text" value="1"/> </div>																													
<div>Calculate</div>																													

Fonte: Autor

5.4.2. Funções

O software desenvolvido possui cinco funções principais que regem seu funcionamento, desde o processamento dos dados ao dimensionamento dos equipamentos. Estas são explicadas a seguir:

dataTreatment

Nesta função realiza-se a determinação da memória de fluido, que é definida por um software de simulação e, por conseguinte, a transformação desta em uma equação de Laplace de ordem relativa 1. Para tanto, determina-se os coeficientes desta através da função “*invfreqs*” da “*Signal Processing Toolbox*” do Matlab que é aplicada iterativamente com pesos determinados como visto na seção 5.1.2, aumentando a ordem do denominador e numerador da equação até que se atinja um fator de correlação com a função de memória da água aceitável. Após isso, checka-se se os parâmetros obtidos constroem uma função que possui passividade e estabilidade. Caso isso não ocorra, reduz-se a ordem testa-se novamente com os dados da iteração anterior.

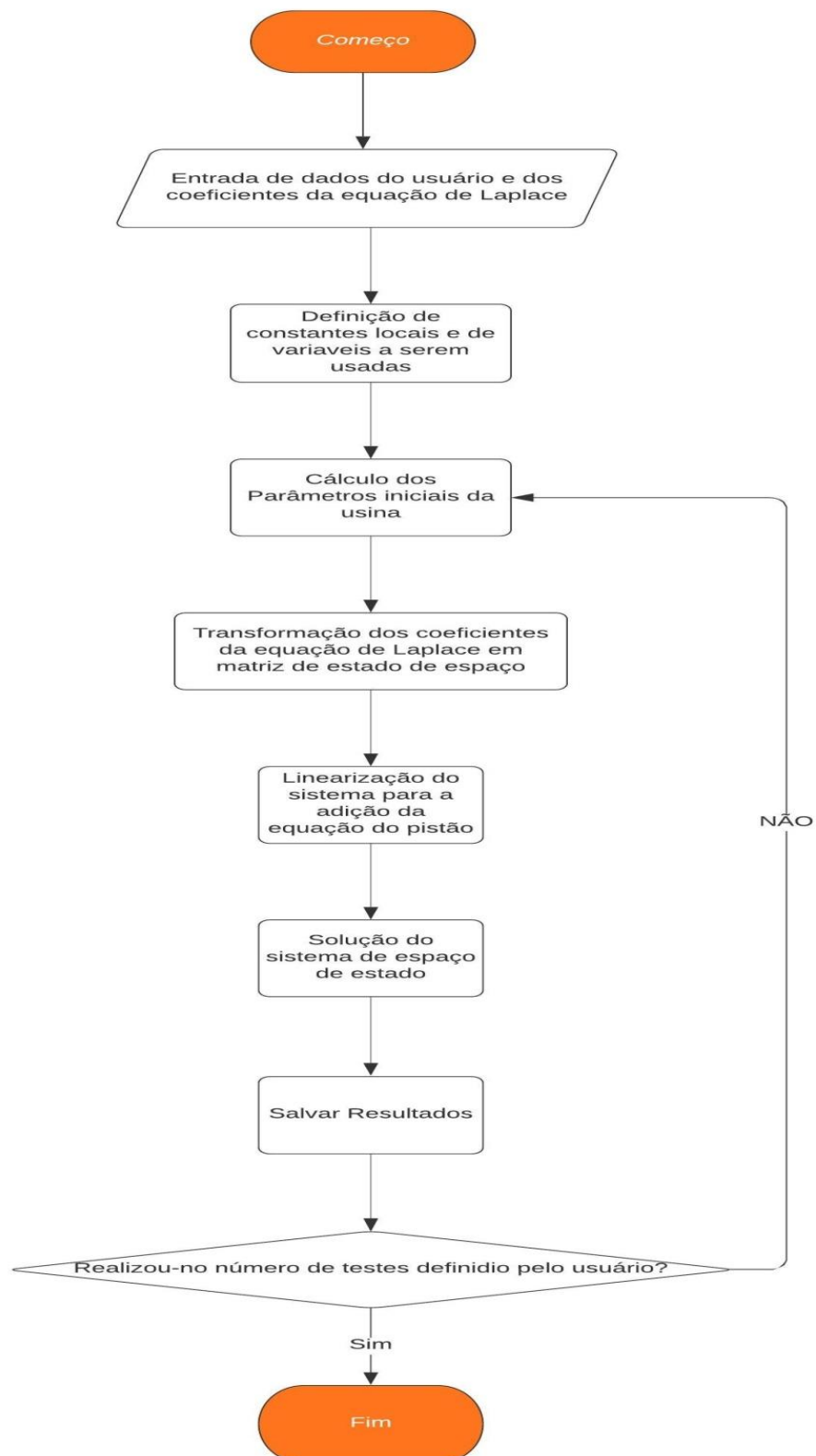
DerivationWaves

Em *derivationWaves*, primeiramente determinam-se as dimensões dos equipamentos que afetam o comportamento da usina de forma a ser completar os parâmetros iniciais do modelo utilizado. Em seguida executa-se a transformação da equação de Laplace encontrada na seção anterior em um sistema de espaço de estado, valendo-se do comando “*tf2ss*” da “*Signal Processing Toolbox*” do Matlab, e adiciona-se a equação correspondente ao movimento do pistão determinada na seção 5.1.3.

Devido ao fato que esta não é linear, todo o sistema é linearizado, como visto na seção 5.1.4, para que se possa realizar os cálculos. Cabe ressaltar que, devido ao fato de que algumas configurações de parâmetros fazerem com que o software passe horas sem resolver o problema, adicionou-se um tempo máximo para a solução do problema de 20 min, após os quais a iteração é descartada. Em trabalhos futuros, após otimização do código, esse timer poderá ser removido.

Por fim os dados são salvos e disponibilizados para o uso na função posterior. Este processo se repete até que se obtenha o número de resultados correspondente à faixa de valores iniciais determinadas pelo o usuário, com o mínimo de oito resultados calculados. A figura 5.12 mostra um fluxograma que representa o procedimento utilizado:

Figura 5.12: Fluxograma de *derivationWaves*.



Fonte: Autor.

decisionProcess

Este módulo tem como propósito escolher, dentre os diversos resultados encontrados, o que mais se adequa as condições locais no que se refere à eficiência do sistema e ao seu custo. Para tal, adotaram-se quatro variáveis da usina, das quais três que representam o preço. Para retratar o preço, adotou-se o volume total do sistema e a pressão máxima e o desvio padrão do movimento do pistão do acumulador hidropneumático. Estas representam despesas associadas à construção, manutenção e degradação dos equipamentos.

O método para a escolha do resultado ideal é o que definido por (Moradian et al, 2019) no qual se estabelece um método de escolha de pesos que une os métodos de entropia e AHP. Utilizando-se desses pesos normalizados, realiza o cálculo dos rankings, onde se soma o produto dos parâmetros benéficos, isto é, a eficiência, normalizados com os devidos pesos subtraindo esse resultado pelo produto dos parâmetros não benéficos, os demais, normalizados pelos seus devidos pesos. O resultado que obteve maior ranking é então utilizado na seção seguinte para o cálculo dos demais equipamentos e é exposto ao usuário para que este identifique e estude o comportamento da estrutura.

equipmentSizing

Esta função tem como o objetivo coletar os dados e as dimensões de equipamentos já calculados da usina cujos parâmetros foram escolhidos pela função anterior, “*decisionProcess*”, calcular as medidas dos componentes da turbina Pelton como definidas na seção 5.3.3 e reunir essas informações em um única variável que será usada para o preenchimento das tabelas e imagens que são exibidas para o usuário.

5.5 RESULTADOS

Nesta seção será realizada a avaliação dos resultados emitidos pelo software desenvolvido. Como parâmetros de entrada usaram-se os seguintes valores que são provenientes dos dados obtidos através da simulação descrita na seção 5.2 e com os dados das ondas nos marés de Sergipe. Cabe notar também que, para este exemplo, considerou-se apenas o movimento da boia, sem levar em conta os efeitos do braço giratório e do paredão no comportamento da boia:

$$m_m = 6.87 * 10^4 [kg]$$

$$m_r(\infty) = 5.345 * 10^4 [kg]$$

$$T = 7.3 [s]$$

$$H_\omega = 1.48 [m]$$

$$R_r(\omega) = 4.519 * 10^4 \left[\frac{Ns}{m} \right]$$

$$A_{PA} = 50.19 [m^2]$$

$$\rho_{boia} = 410 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

Onde ρ_{boia} e A_{PA} são a densidade e área do plano da água da boia, respectivamente. Ademais, utilizou-se a ordem 10 para o filtro visto que os dados possuíam pontos fora da curva que podem interferir nos cálculos e tempo final de 100s. Por fim, realizaram-se os cálculos sobre nas seguintes faixas de pressão no acumulador, vazão e volume do conjunto acumulador e câmara hiperbárica.

$$P_{span} = [3 * 10^6, 6 * 10^6] [Pa]$$

$$Vazão_{span} = [0.001, 0.02] \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$$Volume_{span} = [3, 6] [m^3]$$

Para a matriz de decisão, utilizou-se a escala vista na tabela 5.2.

Tabela 5.2: Importância relativa entre parâmetros.

Escala	Importância
1	Igual
3	Moderada
5	Forte
7	Alta
9	Absoluta
2,4,6,8	Média entre 1,3,5,7,9

Fonte: (Moradian et al, 2018)

Considerando que cada componente da tabela apresenta a importância entre do parâmetro i , para o j , e levando em conta que os parâmetros correspondentes as posições 1,2,3 e 4 são, respectivamente, a eficiência, o volume do conjunto acumulador e câmara, a pressão dentro do acumulador e o desvio padrão da posição do pistão temos a seguinte matriz de decisão:

$$MD = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 5 & 5 \\ \frac{1}{7} & 1 & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{5} & 5 & 1 & 3 \\ \frac{1}{5} & 3 & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}$$

Essas escolhas foram feitas dado que um dos parâmetros mais importantes na construção de uma usina é sua eficiência visto que esta reflete diretamente no retorno obtido pela mesma. Ademais, valores de pressão e volume mais altos representam maiores gastos na manutenção e construção dos equipamentos e devem ser mantidos o mais baixo possível, sem interferir na eficiência do sistema. Por fim, o desvio padrão do posicionamento do pistão é apenas considerado moderadamente mais importante que o volume devido a sua influencia na estabilidade da geração de energia bem como no desgaste sofrido pelo acumulador durante seu funcionamento.

Os resultados obtidos podem ser vistos na tabela 5.3.

Tabela 5.3: Parâmetros dos resultados e seus rankings

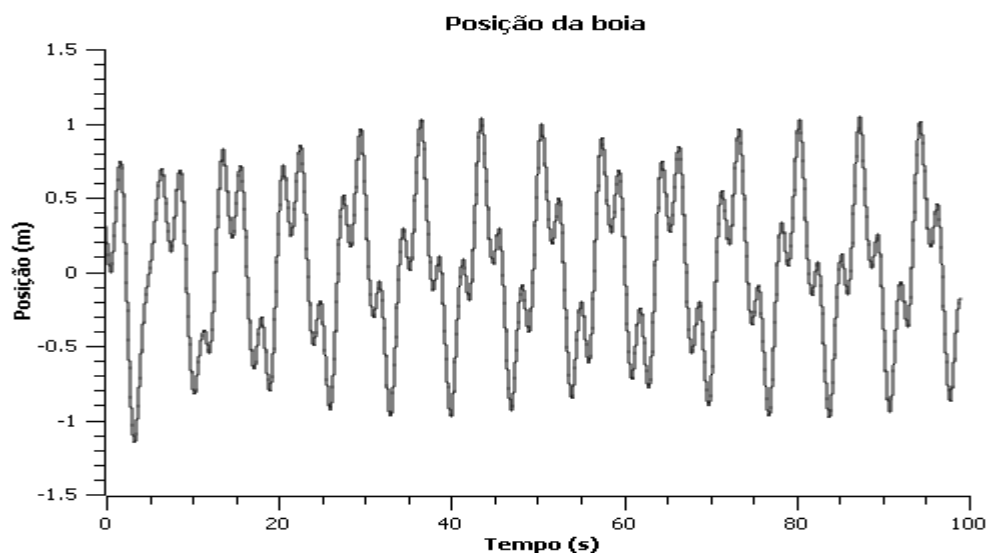
Eficiência	Volume	Pressão	Desvio padrão do pistão	Ranking
0.001029	5.625	3,000,000	0.003406	-0.1438
0.09373	5.625	3,000,000	0.01876	-0.09974
0.002607	5.625	6,000,000	0.003908	-0.2121
0.2372	5.625	6,000,000	0.01939	-0.04630
0.001025	11.25	3,000,000	0.002579	-0.2103
0.09396	11.25	3,000,000	0.01321	-0.1551
0.002589	11.25	6,000,000	0.002950	-0.2783
0.2370	11.25	6,000,000	0.01380	-0.1019

Fonte: Autor

Nota-se pelos rankings, que, como esperado devido a matriz escolhida, os resultados com melhores notas são os que tendem a possuir menores pressões para uma determinada eficiência. Dessa forma, o melhor resultado foi, portanto, aquele que possui a maior eficiência, menor volume, na maior pressão disponível visto que a eficiência tem importância maior que aquela.

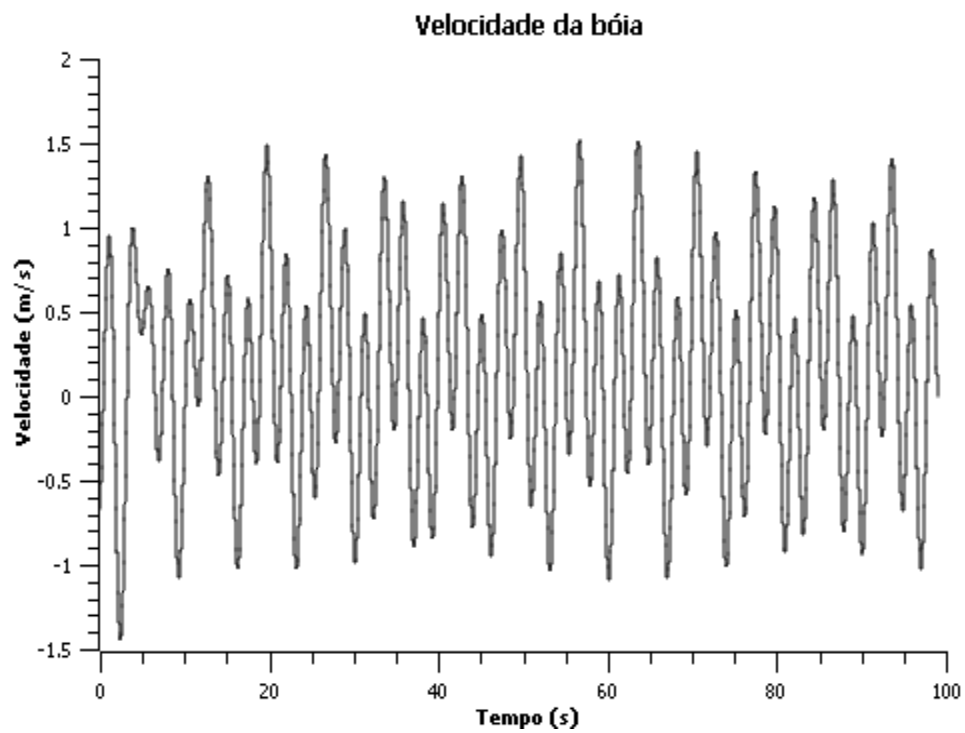
A eficiência encontrada nos resultados obtidos estão dentro da faixa de valores encontrados nos experimentos numéricos de (Estefen et al, 2008) que variam de 19% a 36% do total de energia absorvível. Para o modelo utilizado neste exemplo a potência máxima possível de ser absorvida, devido as condições ambientais e geometria da boia, é, aproximadamente, 208 kW e o fluxo de energia médio das ondas para as condições do exemplo é de 15,7 kW/m . Os gráficos a seguir exibem o comportamento da usina e de seus equipamentos.

Figura 5.13: Posição da bóia.



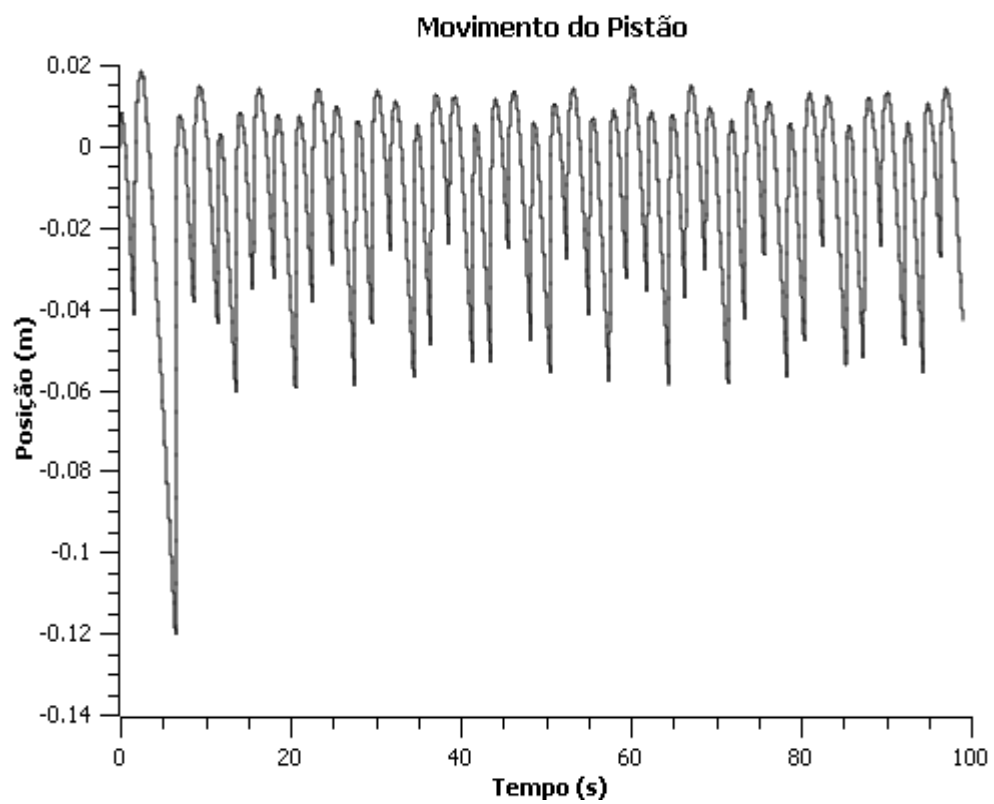
Fonte: Autor

Figura 5.14: Velocidade da boia.



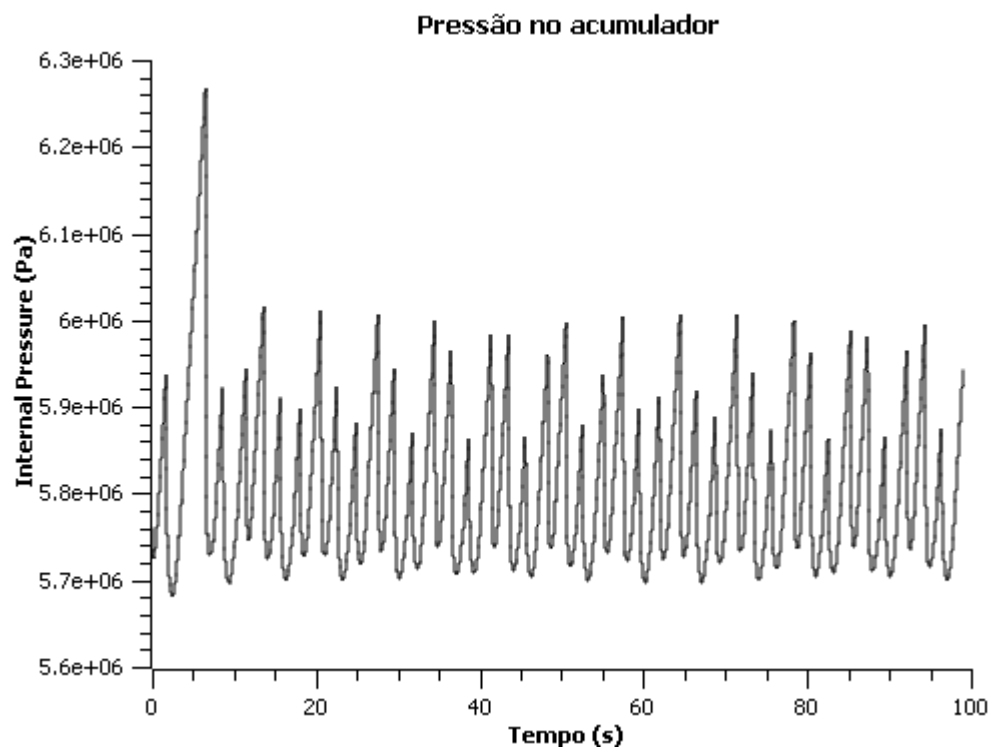
Fonte: Autor

Figura 5.15: Movimento do pistão.



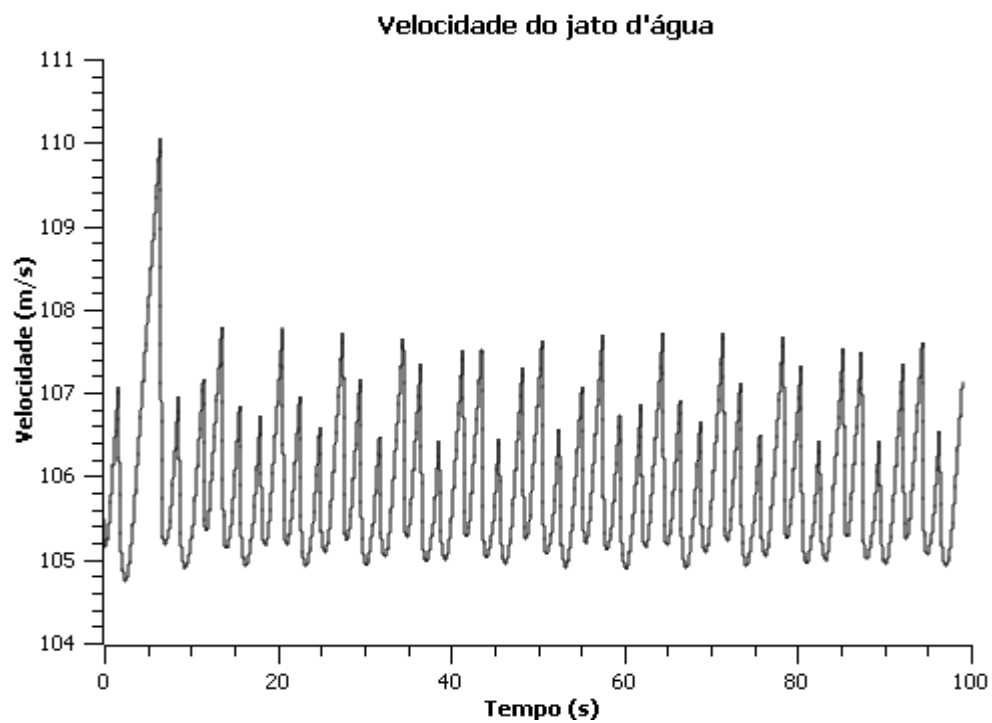
Fonte: Autor

Figura 5.16: Pressão no acumulador.



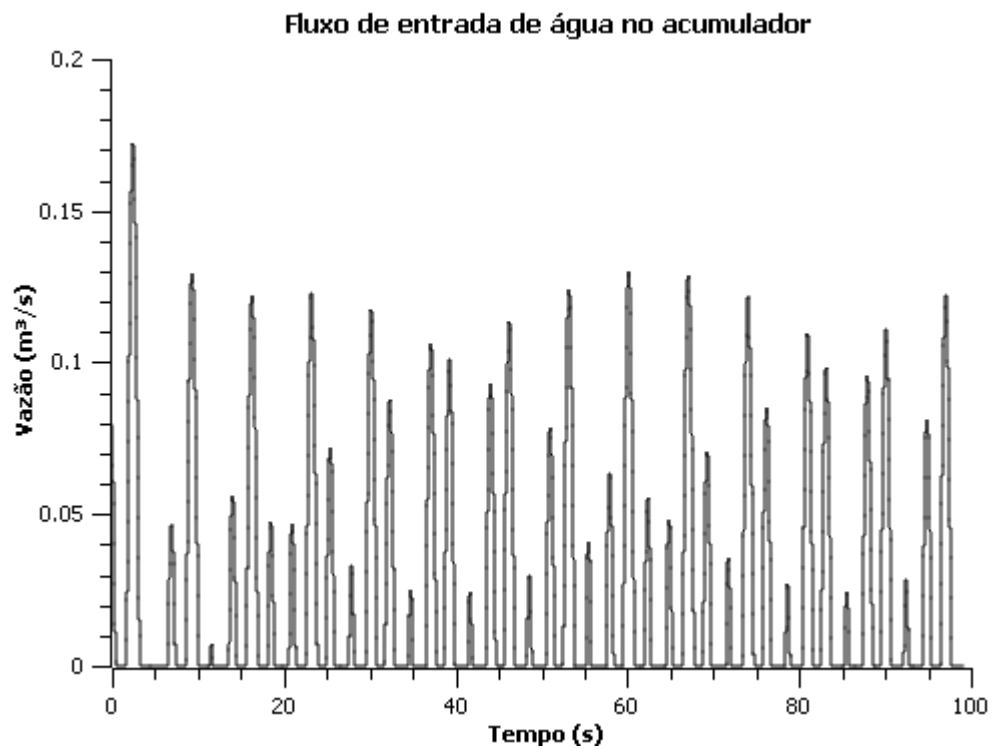
Fonte: Autor

Figura 5.17: Velocidade do jato d'água.



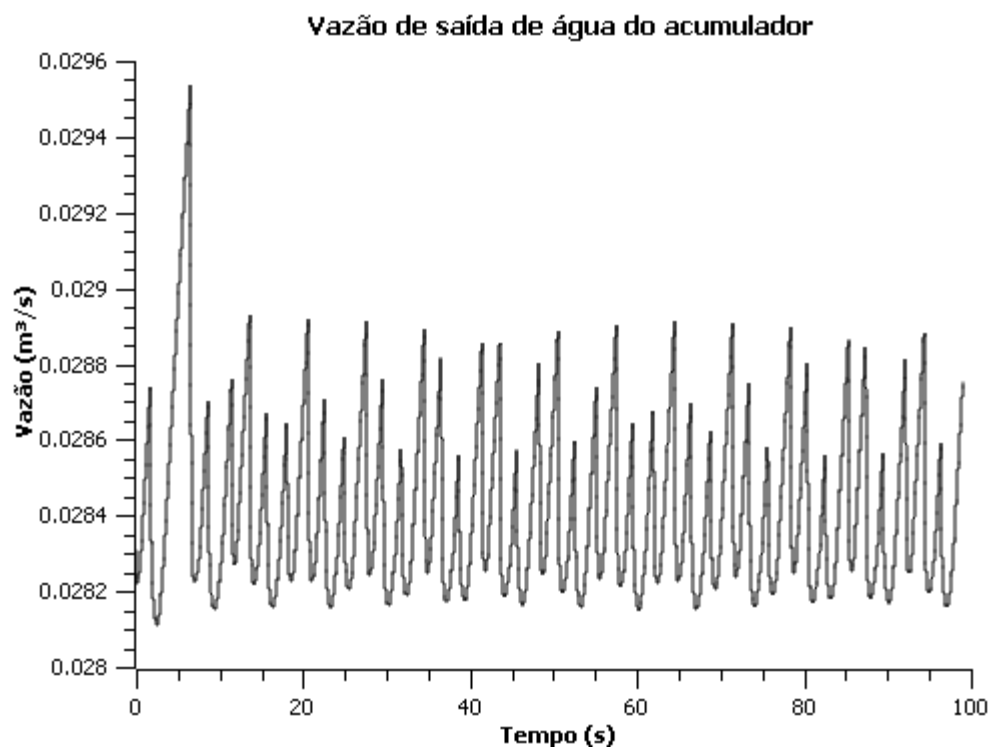
Fonte: Autor

Figura 5.18: Fluxo de entrada no acumulador.



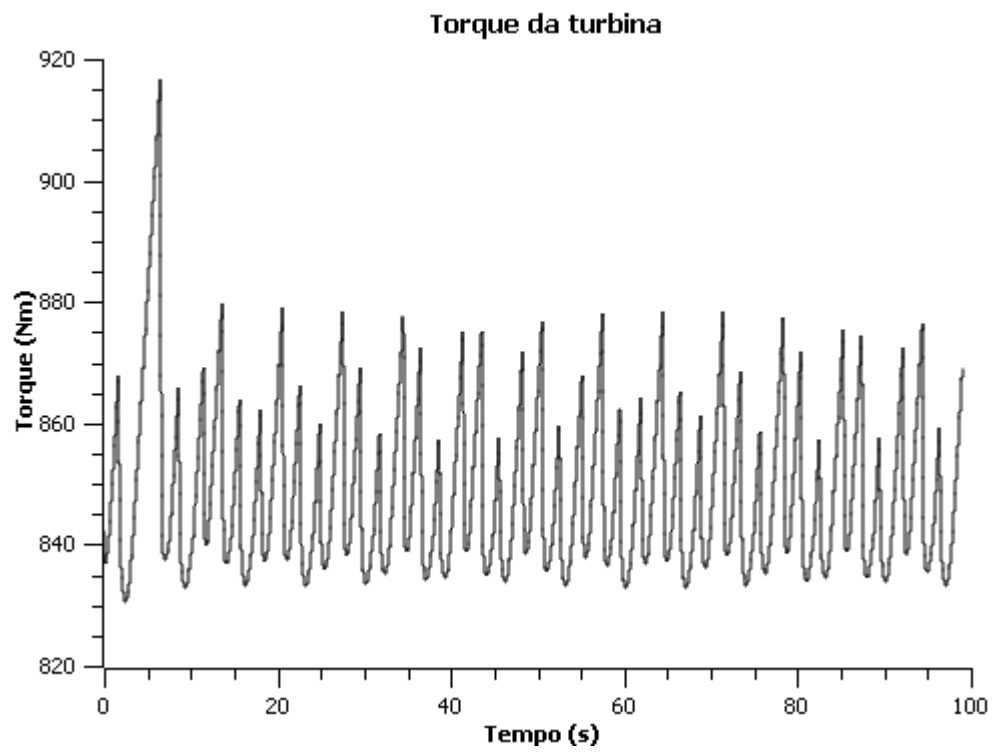
Fonte: Autor

Figura 5.19: Vazão de saída de água do acumulador.



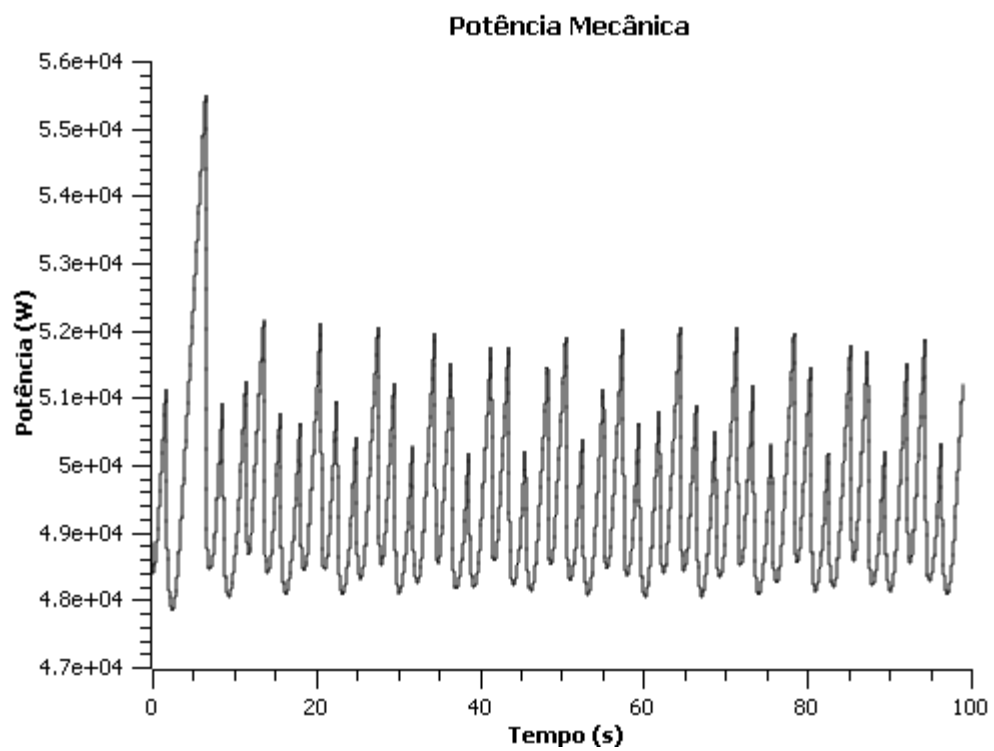
Fonte: Autor

Figura 5.20: Torque da turbina.



Fonte: Autor

Figura 5.21: Potência mecânica.



Fonte: Autor

As tabelas a seguir mostram as dimensões dos equipamentos correspondentes ao resultado com maior ranking:

Tabela 5.4: Dimensões dos equipamentos.

	Câmara Hiperbárica	Acumulador Hidropneumático	Bomba
Volume (m³)	1.875	3.75	0.093
Diâmetro(m)	0.8367	0.9638	0.390
Comprimento(m)	1.9913	6.7652	-
Curso(m)	-	-	0.780

Fonte: Autor

Tabela 5.5: Dimensões da turbina Pelton.

Propriedade	Dimensão
Diâmetro da turbina (m)	0.5546
Número de conchas	50
Área do injetor (m²)	0.0002684
Excesso da concha (m)	0.002403
Comprimento da concha (m)	0.03697
Largura da concha (m)	0.05546
Profundidade da concha (m)	0.01756
Rasgo da concha (m)	0.02311
Comprimento interno (m)	5.6773
Volume do reservatório (m³)	11.25

Fonte: Autor

Por fim, o software levou, para o cálculo das oito configurações, um total de 376.456s ou 6min e 16s. Este tempo pode se reduzir ou estender a depender da geometria do sistema e da faixa de valores calculados.

6. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de tecnologias que envolvem energias renováveis possui crescente importância à medida que se esvai a reserva de petróleo mundial e que se intensificam os efeitos resultantes de seu uso. Os avanços dessas tecnologias estão sempre aliados da melhoria de seus métodos de design. Esta pesquisa vem, portanto, como um meio de auxiliar na criação e expansão do uso destas tecnologias.

Nesta pesquisa realizou-se levantamento bibliográfico sobre as tecnologias atuais de geração de energia através das ondas do mar. Ademais, estudaram-se as equações que regem os movimentos de corpos submersos restringidos a deslocamento vertical e as que modelam o comportamento dos equipamentos essenciais para uma usina maremotriz hiperbárica. Utilizou-se também de ferramentas CAD e CAE para o desenvolvimento de exemplos que puderam comprovar a efetividade do software desenvolvido. Por fim, desenvolveu-se um software capaz de utilizar as condições ambientais e a geometria de flutuadores desenvolvida pelo usuário para o modelamento do comportamento e dos equipamentos que fazem parte do tipo de estrutura em destaque.

O algoritmo desenvolvido apresentou bons resultados indicando potencial para maiores desenvolvimentos nesta linha de pesquisa. Porém, dado que o programa está, para todos os efeitos, na fase alfa de desenvolvimento, este deve ser apenas utilizado como ferramenta de auxílio acadêmico e jamais deve ser usado como base para desenvolvimento de projetos reais, servindo apenas para estimar o porte dos equipamentos a serem utilizados, bem como a quantidade de energia que a construção seria capaz de gerar.

7. PERSPECTIVA DE TRABALHOS FUTUROS

Dado as dificuldades de otimização do software, dado a sua alta requisição de processamento, trabalhos futuros devem voltar-se para a melhoria do desempenho do programa. Transferência do código para linguagens de programação e plataforma que possuem maior capacidade de processamento simultâneo seria essencial. Estas plataformas, caso sejam gratuitas e de acesso livre, também permitiram um maior contato entre desenvolvedor e usuário além de possuir maior integração com os sistemas operacionais facilitando a distribuição do software e acesso por parte do usuário.

Outro ponto a se estudar é a utilização de múltiplos métodos de integração numérica, que se alternem quando necessário, devido aos diferentes comportamentos que o sistema em estudo pode possuir (na solução numérica) devido aos diferentes parâmetros possíveis na determinação do que mais se adequa a construção local. Neste, sentido, o estudo da aplicação de redes neurais para os processos de determinação destes parâmetros, em oposição ao método de bruta força utilizado neste trabalho, permitiria reduzir o tempo de processamento e encontrar resultados mais adequados e que melhor representem a realidade, elevando o programa ao um patamar em que possa ser utilizado de forma comercial e não apenas acadêmica, além de facilitar a execução da proposição anterior.

Por fim, o próximo passo natural nesta linha de desenvolvimento, é o uso de novos métodos no dimensionamento dos equipamentos da usina visto que os utilizados são antigos, em relação à velocidade de desenvolvimento de novas tecnologias, e metodologias mais avançadas já devem ter sido desenvolvidas. Ademais, dado que este trabalho se voltou à determinação do porte dos equipamentos, isto é, as dimensões que não se envolvem diretamente com a escolha de materiais e a resistência do mesmo, como a espessura, o caminho mais direto de avanço da pesquisa é, com certeza, o dimensionamento completo dos equipamentos, incluindo equipamentos não abrangidos neste projeto, incluindo todos os efeitos de fadiga e de corrosão os quais o maquinário deste tipo usina são submetidos.

8. REFERENCIAS

- FALNES, Johannes. **Ocean waves and oscillating systems: linear interactions including wave-energy extraction**. Cambridge university press, 2002.
- NEWMAN, John Nicholas. **Marine hydrodynamics**. MIT press, 2018.
- GARCIA-ROSA, Paula B. et al. Modelagem da dinâmica de um conversor hiperbárico de energia das ondas em energia elétrica. In: **Em: XVII Congresso Brasileiro de Automática (CBA)**. 2010.
- YU, Z.; FALNES, J. State-space modelling of a vertical cylinder in heave. **Applied Ocean Research**, v. 17, n. 5, p. 265-275, 1995.
- PEREZ, Tristan; FOSSEN, Thor I. Joint identification of infinite-frequency added mass and fluid-memory models of marine structures. 2008.
- MARTÍNEZ, M. et al. Modelling and simulation of wave energy hyperbaric converter (WEHC) for applications in distributed generation. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 37, n. 19, p. 14945-14950, 2012.
- LI, Perry Y.; VAN DE VEN, James D.; SANCKEN, Caleb. Open accumulator concept for compact fluid power energy storage. In: **ASME 2007 international mechanical engineering congress and exposition**. American Society of Mechanical Engineers, 2007. p. 127-140.
- BOEHLERT, George W.; GILL, Andrew B. Environmental and ecological effects of ocean renewable energy development: a current synthesis. *Oceanography*, v. 23, n. 2, p. 68-81, 2010.
- MCMURRAY, Gregory. Wave energy ecological effects workshop ecological assessment briefing paper. *Ecological Effects of Wave Energy Development in the Pacific Northwest*, p. 25, 2008.
- HOLTHUIJSEN, Leo H. *Waves in oceanic and coastal waters*. Cambridge university press, 2007.
- LEBLOND, Paul H.; MYSAK, Lawrence A. *Waves in the Ocean*. Elsevier, 1981.
- . GUIMARÃES, Ricardo Cardoso et al. An overview of the Brazilian continental shelf wave energy potential. *Regional Studies in Marine Science*, v. 25, p. 100446, 2019.
- DE JONG, Pieter; TORRES, Ednildo Andrade. Economic Analysis of Renewable Energy Generation Technologies in the Northeast of Brazil. In: **Proceedings of 2014 International Conference on Future Environment and Energy (ICFEE), Melbourne**. 2014.
- MORK, Gunnar et al. Assessing the global wave energy potential. In: **ASME 2010 29th International conference on ocean, offshore and arctic engineering**. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2010. p. 447-454.
- ANTONIO, F. de O. Wave energy utilization: A review of the technologies. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 14, n. 3, p. 899-918, 2010.

ESTEFEN, Segen F. et al. Experimental and Numerical Studies of the Wave Energy Hyperbaric Device for Electricity Production. In: **ASME 2008 27th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering**. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2008. p. 811-818.

ESTEFEN, Segen F. et al. Design analysis applied to a Hyperbaric Wave Energy Converter. In: **Proceedings 11th International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures**. 2010.

MARTÍNEZ, M. et al. Modelling and simulation of wave energy hyperbaric converter (WEHC) for applications in distributed generation. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 37, n. 19, p. 14945-14950, 2012.

GAO, Hong; YU, Yang. The dynamics and power absorption of cone-cylinder wave energy converters with three degree of freedom in irregular waves. **Energy**, v. 143, p. 833-845, 2018.

OGILVIE, T. Francis. Recent progress toward the understanding and prediction of ship motions. In: **5th ONR Symp. on Naval Hydrodynamics**. 1964.

TAGHIPOUR, Reza; PEREZ, Tristan; MOAN, Torgeir. Hybrid frequency–time domain models for dynamic response analysis of marine structures. **Ocean Engineering**, v. 35, n. 7, p. 685-705, 2008.

MEISEN, Peter; HUBERT, Jordi. Renewable energy potential of Brazil. **Global energy network institute (GENI)**, 2010.

BOSSERELLE, C.; REDDY, S.; KRÜGER, J. Cost analysis of wave energy in the Pacific. **Secretariat of the Pacific Community, Suva**, 2015.

LI, Perry Y.; VAN DE VEN, James D.; SANCKEN, Caleb. Open accumulator concept for compact fluid power energy storage. In: **ASME 2007 international mechanical engineering congress and exposition**. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2007. p. 127-140.

MOSS, Dennis R. **Pressure vessel design manual**. Elsevier, 2004.

DE-JONGH, J. A.; RIJS, R. P. P. Pump Design. **Arrakis Publication**, 2004.

MACINTYRE, ARCHIBALD JOSEPH; HIDRÁULICAS, Máquinas Motrizes. Editora Guanabara II. **Rio de janeiro**, 1983.

MORADIAN, Milad; MODANLOO, Vahid; AGHAIEE, Soroush. Comparative analysis of multi criteria decision making techniques for material selection of brake booster valve body. **Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)**, v. 6, n. 5, p. 526-534, 2019.

PEREZ, Tristan; FOSSEN, Thor I. A matlab toolbox for parametric identification of radiation-force models of ships and offshore structures. 2009.

ESTEFEN, Segen F. et al. Experimental and Numerical Studies of the Wave Energy Hyberbaric Device for Electricity Production. In: **International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering**. 2008. p. 811-818.

SANTOS, P. G. T.; SOUZA, W. L.; CARNEIRO NETO, J. A.. ESTUDO DE SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA POR MAREMOTRIZ. In: VI Encontro da Rede de cooperação em pesquisa, desenvolvimento e inovação em materiais e equipamentos para setor industrial brasileiro (Rede PDIMat) – Encontro de João Pessoa 2018, 2018, João Pessoa. Anais do Encontro de João Pessoa 2018, 2018.

COPPE. **COPPE UFRJ**, 2005. Pesquisadores da COPPE definem últimos procedimentos para construção de Usina de Energia das Ondas. Disponível em: <https://www.coppe.ufrj.br/pt-br/planeta-coppe-noticias/noticias/pesquisadores-da-coppe-definem-ultimos-procedimentos-para-construcao>. Acesso em: 06 de Julho de 2020.

CUMMINS, W. E. **The impulse response function and ship motions**. David Taylor Model Basin Washington DC, 1962.

9. OUTRAS ATIVIDADES

Houve participação no minicurso sobre plágio acadêmico na VI Semac – 29º EIC/COPEs, na Universidade Federal de Sergipe (UFS), com carga horária de 4h ministrado pela professora Raquel Simões Mendes Netto pela coordenação de pesquisa no dia 5 de novembro de 2019.

Participou-se também na atividade de extensão “manutenção industrial preditiva”, com carga horária de 7h coordenada pela professora Soraia Simões Sandes promovida pelo departamento de engenharia mecânica da UFS realizada no dia 9 de novembro de 2019.

O autor foi participante, também, do curso preparatório pré-PIBIC, referente ao edital Nº02/2019 COPEs/POSGRAP/UFS. Ademais, o autor fez parte da elaboração dos trabalhos “Investigação tecnológica de patentes relacionadas à área de biogás” e do trabalho “Estudo de prospecção tecnológica de patentes associadas ao biodiesel”, com outros autores, ambos apresentados por um destes no XXVI Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica – CREEM 2010, nos períodos de 19 a 23 de agosto de 2019, em Ilhéus-BA-Brasil.

Por fim, o autor deste trabalho tomou parte na produção do trabalho “Identificação tecnológica de patentes no âmbito da estabilidade dinâmica”, junto de outros, que foi apresentado em pôster no XI simpósio de engenharia de produção de Sergipe (SIMPROD) realizado de 18 a 22 de novembro de 2019.

ANEXO I

Este anexo contém o código das funções desenvolvidas. Devido à maneira que o desenvolvedor de aplicativos interno do Matlab funciona, não é possível apenas copiar a função principal para testá-la sem estar de posse do arquivo que a gerou. As demais funções descritas neste trabalho podem ser testadas com apenas algumas manipulações do algoritmo de forma que se insira diretamente os valores de input.

Programa principal WaveSolver:

```
classdef waveSolver < matlab.apps.AppBase

    % Properties that correspond to app components
    properties (Access = public)
        DimensionatorUIFigure          matlab.ui.Figure
        TabGroup                        matlab.ui.container.TabGroup
        StartUpTab                      matlab.ui.container.Tab
        TextArea                        matlab.ui.control.TextArea
        PassivityCheckBox               matlab.ui.control.CheckBox
        InfiniteMassKgEditFieldLabel   matlab.ui.control.Label
        InfiniteMassKgEditField         matlab.ui.control.NumericEditField
        FilterCoarsingEditFieldLabel   matlab.ui.control.Label
        FilterCoarsingEditField         matlab.ui.control.NumericEditField
        BuoyMassKgEditFieldLabel       matlab.ui.control.Label
        BuoyMassKgEditField             matlab.ui.control.NumericEditField
        BuoyDensitykgmEditFieldLabel   matlab.ui.control.Label
        BuoyDensitykgmEditField         matlab.ui.control.NumericEditField
        PeriodsEditFieldLabel           matlab.ui.control.Label
        PeriodsEditField                matlab.ui.control.NumericEditField
        WaveHeightmEditFieldLabel       matlab.ui.control.Label
        WaveHeightmEditField            matlab.ui.control.NumericEditField
        TfinalsEditFieldLabel           matlab.ui.control.Label
        TfinalsEditField                matlab.ui.control.NumericEditField
        FlowSpanmsEditFieldLabel        matlab.ui.control.Label
        FlowSpanmsEditField             matlab.ui.control.NumericEditField
        PressureSpanPaEditFieldLabel    matlab.ui.control.Label
        PressureSpanPaEditField         matlab.ui.control.NumericEditField
        VolumeSpanmEditFieldLabel       matlab.ui.control.Label
        VolumeSpanmEditField            matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14                     matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_2                   matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_3                   matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_4                   matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_5                   matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_6                   matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_7                   matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_8                   matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_9                   matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_10                  matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_11                  matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_12                  matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_13                  matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_14                  matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_15                  matlab.ui.control.NumericEditField
        EditField14_16                  matlab.ui.control.NumericEditField
        CalculateButton                 matlab.ui.control.Button
        DecisionMatrixLabel             matlab.ui.control.Label
        BrowserradiationDampeningButton matlab.ui.control.Button
    end
end
```

BrowseraddedmassCSVButton	matlab.ui.control.Button
Label	matlab.ui.control.Label
VLabel_2	matlab.ui.control.Label
Label_9	matlab.ui.control.Label
Label_4	matlab.ui.control.Label
PLabel	matlab.ui.control.Label
PLabel_2	matlab.ui.control.Label
VLabel	matlab.ui.control.Label
Label_8	matlab.ui.control.Label
RoughnessEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
RoughnessEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
RadiationDampeningNsmEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
RadiationDampeningNsmEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField_2	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField_3	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField_4	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField_5	matlab.ui.control.NumericEditField
WaterPlaneAreamEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
WaterPlaneAreamEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
GraphsResultsTab	matlab.ui.container.Tab
UIAxes_2	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes2_2	matlab.ui.control.UIAxes
TextArea_2	matlab.ui.control.TextArea
PlotsDropDownLabel	matlab.ui.control.Label
PlotsDropDown	matlab.ui.control.DropDown
UITable5	matlab.ui.control.Table
SaveResultsToCSVButton	matlab.ui.control.Button
DecisionResultsTab	matlab.ui.container.Tab
UITable	matlab.ui.control.Table
UITable3	matlab.ui.control.Table
TextArea_4	matlab.ui.control.TextArea
SizingTab	matlab.ui.container.Tab
EquipmentsDropDownLabel	matlab.ui.control.Label
EquipmentsDropDown	matlab.ui.control.DropDown
TextArea_3	matlab.ui.control.TextArea
Button	matlab.ui.control.Button
Button_2	matlab.ui.control.Button
Button_3	matlab.ui.control.Button
Button4	matlab.ui.control.Button
EditField_6	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField_7	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField_8	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField_9	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField_10	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField_11	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField_12	matlab.ui.control.NumericEditField
EditField_13	matlab.ui.control.NumericEditField
ShellLeftOverLengthEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
ShellLeftOverLengthEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
SpecificvelocityEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
SpecificvelocityEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
MediumDiameterEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
MediumDiameterEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
ExternalDiameterEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
ExternalDiameterEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
ShellDepthEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
ShellDepthEditField	matlab.ui.control.NumericEditField

ShellHoleEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
ShellHoleEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
InternalLengthEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
InternalLengthEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
InternalDiameterEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
InternalDiameterEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
TurbineDiameterEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
TurbineDiameterEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
NumberOfShellsEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
NumberOfShellsEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
ShellLengthEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
ShellLengthEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
ShellWidthEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
ShellWidthEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
DivisorDiameterEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
DivisorDiameterEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
NumericValuesTab	matlab.ui.container.Tab
UITable2	matlab.ui.control.Table
UITable4	matlab.ui.control.Table

end

% Determinação das variáveis intercambiáveis entre funções

properties (Access = public)

Eff2Effvalue
 Eff2Volvalue
 Eff2Pressvalue
 Eff2Sigvalue
 Vol2Effvalue
 Vol2Volvalue
 Vol2Pressvalue
 Vol2Sigvalue
 Press2Effvalue
 Press2Volvalue
 Press2Pressvalue
 Press2Sigvalue
 Sig2Effvalue
 Sig2Volvalue
 Sig2Pressvalue
 Sig2Sigvalue
 FilterCoarsingValue
 InfiniteMassValue
 R_rvalue
 omega0
 addedMassZZZ
 NZZ
 PassivityValue
 minimumFlow
 maximumFlow
 minimumPressure
 maximumPressure
 minimumVolume
 maximumVolume
 VolumeRoughness
 FlowRoughness
 PressureRoughness
 Periodvalue
 waveHeightvalue,
 BuoyMassvalue

```

BuoyDensityvalue
stroke2boreRatio
Tfinalvalue
trueStoredData
chosenParameters
ranking
pairwiseweight
CI
CR
entropyweight
trueweight
decisionMatrix
normalizedDecisionMatrix
ResultTable
Results
ModoChoice
waterPlaneArea
    end

    methods (Access = private)

        % Code that executes after component creation
        function startupFcn(app)
%Determinação dos símbolos das caixas de entrada
        app.Label_9.Text = char(951);
        app.Label.Text = char(951);
        app.Label_4.Text = char(963);
        app.Label_8.Text = char(963);
        app.UITable.RowName = {'Efficiency'; 'Total Volume'; 'Maximum Pressure'; ...
            'Piston Standart Deviation'};
% Resetando a visibilidade dos campos de resultado
        app.UIAxes_2.Visible='off';
        app.UIAxes2_2.Visible='off';
        app.Button.Visible='off';
        app.Button_2.Visible='off';
        app.Button_3.Visible='off';
        app.Button4.Visible='off';
        app.EditField_6.Visible='off';
        app.EditField_7.Visible='off';
        app.EditField_8.Visible='off';
        app.EditField_9.Visible='off';
        app.EditField_10.Visible='off';
        app.EditField_11.Visible='off';
        app.EditField_12.Visible='off';
        app.EditField_13.Visible='off';
        app.ShellLeftOverLengthEditField.Visible='off';
        app.SpecificVelocityEditField.Visible='off';
        app.MediumDiameterEditField.Visible='off';
        app.ExternalDiameterEditField.Visible='off';
        app.InternalDiameterEditField.Visible='off';
        app.ShellDepthEditField.Visible='off';
        app.DivisorDiameterEditField.Visible='off';
        app.ShellHoleEditField.Visible='off';
        app.InternalLengthEditField.Visible='off';
        app.TurbineDiameterEditField.Visible='off';
        app.NumberOfShellsEditField.Visible='off';
        app.ShellLengthEditField.Visible='off';

```

```

app.ShellwidthEditField.Visible='off';
    app.ShellLeftOverLengthEditFieldLabel.Visible='off';
app.SpecificVelocityEditFieldLabel.Visible='off';
app.MediumDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
app.ExternalDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
app.InternalDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
app.ShellDepthEditFieldLabel.Visible='off';
app.DivisorDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
app.ShellHoleEditFieldLabel.Visible='off';
app.InternalLengthEditFieldLabel.Visible='off';
app.TurbineDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
app.NumberOfShellsEditFieldLabel.Visible='off';
app.ShellLengthEditFieldLabel.Visible='off';
app.ShellwidthEditFieldLabel.Visible='off';
% app.EquipmentsDropDown.Value='';
%Trecho removido\ignorar
app.ModChoice=false;
%Definição do nome da janela
app.DimensionatorUIFigure.Name="solver";
    end

    % Value changed function: PassivityCheckBox
    function PassivityCheckBoxValueChanged(app, event)
%Recepção das decisões sobre a passividade
        app.PassivityValue = app.PassivityCheckBox.Value;
        if app.PassivityCheckBox.Value==false
message = sprintf('Passivity is off! \n Some conditions may demand this options to be
on. ');
uialert(app.DimensionatorUIFigure,message,'warning',...
'Icon','warning');
        else
        end
    end

    % Value changed function: InfiniteMassKgEditField
    function InfiniteMassKgEditFieldValueChanged(app, event)
%Captação dos resultados da massa na frequencia infinita
        app.InfiniteMassValue = app.InfiniteMassKgEditField.Value;

    end

    % Value changed function: FilterCoarsingEditField
    function FilterCoarsingEditFieldValueChanged(app, event)
%Captação dos resultados do filtro dos dados
        app.FilterCoarsingValue = app.FilterCoarsingEditField.Value;
message = sprintf('If your data does not posses any wild points or is smooth enough \n
change value to one. ');
uialert(app.DimensionatorUIFigure,message,'warning',...
'Icon','warning');
    end

    % Button pushed function: CalculateButton
    function CalculateButtonPushed(app, event)

if ~isempty(app.omega0) && ~isempty(app.addedMassZZZ) && ~isempty(app.NZZ)...
&& ~isempty(app.EditField14_5.Value)&& ~isempty(app.EditField14.Value)...
&& ~isempty(app.EditField14_3.Value)&& ~isempty(app.EditField14_9.Value)...
&& ~isempty(app.EditField14_10.Value)&& ~isempty(app.EditField14_4.Value)...

```

```

&& ~isempty(app.EditField14_6.Value)&& ~isempty(app.EditField14_15.Value)...
&& ~isempty(app.EditField14_11.Value)&& ~isempty(app.EditField14_16.Value)...
&& ~isempty(app.EditField14_2.Value)&& ~isempty(app.EditField14_14.Value)...
&& ~isempty(app.EditField14_8.Value)&& ~isempty(app.EditField14_12.Value)...
&& ~isempty(app.EditField14_7.Value)&& ~isempty(app.EditField14_13.Value)...
&& ~isempty(app.EditField_5.Value)&& ~isempty(app.RoughnessEditField.Value)...
&& ~isempty(app.EditField_4.Value)&& ~isempty(app.FilterCoarsingEditField.Value)...
&& ~isempty(app.InfiniteMassKgEditField.Value)&& ~isempty(app.omega0)&&
~isempty(app.addedMassZZZ)...
&& ~isempty(app.NZZ)&& ~isempty(app.PassivityCheckBox.Value)&&
~isempty(app.FlowSpanmsEditField.Value)...
&& ~isempty(app.EditField_3.Value)&& ~isempty(app.PressureSpanPaEditField.Value)...
&& ~isempty(app.EditField.Value)&& ~isempty(app.VolumeSpanmEditField.Value)...
&& ~isempty(app.EditField_2.Value)&& ~isempty(app.PeriodsEditField.Value)...
&& ~isempty(app.RadiationDampeningNsmEditField.Value)&&
~isempty(app.WaveHeightmEditField.Value)...
&& ~isempty(app.BuoyMassKgEditField.Value)&&
~isempty(app.InfiniteMassKgEditField.Value)...
&& ~isempty(app.BuoyDensitykgmEditField.Value)&& ~isempty(app.TfinalsEditField.Value)

```

```

initime=cputime;
timer1=clock;
d = uiprogessdlg(app.DimensionatorUIFigure,'Title','Please wait',...
'Message','Starting Calculations','Cancelable','on','ShowPercentage','on');
pause(.5)
d.Message = 'Determining Roughness';
Roughness=[app.EditField_5.Value,app.RoughnessEditField.Value,app.EditField_4.Value];
d.Value = .05;
d.Message = 'Calculating Pairwise matrix';
pause(1)
pairwiseMatrix=[app.EditField14_5.Value,app.EditField14_15.Value,app.EditField14_3.Value,ap
p.EditField14_9.Value;...

app.EditField14_10.Value,app.EditField14_4.Value,app.EditField14_6.Value,app.EditField14
_15.Value;...

app.EditField14_11.Value,app.EditField14_16.Value,app.EditField14_2.Value,app.EditField1
4_14.Value;...

app.EditField14_8.Value,app.EditField14_12.Value,app.EditField14_7.Value,app.EditField14
_13.Value];
d.Value = .15;
d.Message = 'Treating data';
pause(1)
[CoeffsofP,trueCoeffofQ,Stability,Stability_before,PassivityCheckCell,Rs,coeffuse2,coeff
Use1]=...

dataTreatment(app.FilterCoarsingEditField.Value,app.InfiniteMassKgEditField.Value,app.om
ega0,app.addedMassZZZ,app.NZZ,app.PassivityCheckBox.Value,app.DimensionatorUIFigure);
if d.CancelRequested
    return
end
d.Value = .35;
d.Message = 'Modeling';
pause(1)

```


%No trecho abaixo, ModoChoice é sempre falso

```
if app.ModoChoice==false
[app.trueStoredData]=DerivationWaves([app.FlowSpanmsEditField.Value,app.EditField_3.Value], [app.PressureSpanPaEditField.Value,app.EditField.Value], ...

[app.VolumespanmEditField.Value,app.EditField_2.Value],Roughness,app.PeriodsEditField.Value,app.RadiationDampeningNsmEditField.Value,1025,9.81,app.WaveHeightmEditField.Value,...

app.BuoyMasskgEditField.Value,app.InfiniteMasskgEditField.Value,app.BuoyDensitykgmEditField.Value,2,app.TfinalsEditField.Value,CoeffsofP,trueCoeffofQ,app.WaterPlaneAreamEditField.Value,d,app.DimensionatorUIFigure);
elseif app.ModoChoice==true
[app.trueStoredData]=DerivationWaves2([app.FlowSpanmsEditField.Value,app.EditField_3.Value], [app.PressureSpanPaEditField.Value,app.EditField.Value], ...

[app.VolumespanmEditField.Value,app.EditField_2.Value],Roughness,app.PeriodsEditField.Value,app.RadiationDampeningNsmEditField.Value,1025,9.81,app.WaveHeightmEditField.Value,...

app.BuoyMasskgEditField.Value,app.InfiniteMasskgEditField.Value,app.BuoyDensitykgmEditField.Value,2,app.TfinalsEditField.Value,CoeffsofP,trueCoeffofQ,app.WaterPlaneAreamEditField.Value,d,app.DimensionatorUIFigure);
end
```

%No trecho acima, ModoChoice é sempre falso

```
if d.CancelRequested
    return
end
d.Value = .70;
d.Message = 'Selecting best result';
pause(1)
[app.chosenParameters,app.ranking,app.pairwiseWeight,app.CI,app.CR,app.entropyWeight...,app.trueWeight,app.decisionMatrix,...
app.normalizedDecisionMatrix,app.trueStoredData]...

=decisionProcess(app.trueStoredData,pairwiseMatrix,Roughness,app.DimensionatorUIFigure,app.ModoChoice);
if app.CI>0.1 || app.CR>0.1
message = sprintf('Either CI or CR is above 0.1 \n decision process may be imprecise. ');
uiaAlert(app.DimensionatorUIFigure,message,'warning',...
'Icon','warning');
else
end
if d.CancelRequested
    return
end
d.Value = .90;
d.Message = 'Finishing calculations';
pause(1)

[app.Results]=equipmentsizing(app.trueStoredData,app.chosenParameters,app.DimensionatorUIFigure);
app.ResultTable=struct2table(app.Results);
DataTable1=zeros(length(app.pairwiseWeight),3);
DataTable3=zeros(size(app.trueStoredData,1),5);
```

```

DataTable1(:,1)=app.pairwiseWeight;
DataTable1(:,2)=app.entropyWeight;
DataTable1(:,3)=app.trueWeight;
DataTable3(:,1)=app.decisionMatrix(:,1);
DataTable3(:,2)=app.decisionMatrix(:,2);
DataTable3(:,3)=app.decisionMatrix(:,3);
DataTable3(:,4)=app.decisionMatrix(:,4);
DataTable3(:,5)=app.ranking;
app.UITable.Data=DataTable1;
app.UITable3.Data=DataTable3;
DataTable2(:,1)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).internalPressure;
DataTable2(:,2)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).exitVelocity;
DataTable2(:,3)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).inletFlow;
DataTable2(:,4)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).exitFlow;
DataTable2(:,5)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).torqueMecanico;
DataTable2(:,6)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).potenciaMecanica;
app.UITable2.Data=DataTable2;
DataTable4(:,1)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time;
if app.ModChoice==false
DataTable4(:,2)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-2);
DataTable4(:,3)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-1);
DataTable4(:,4)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2));
elseif app.ModChoice==true
DataTable4(:,2)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-6);
DataTable4(:,3)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-5);
DataTable4(:,4)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-4);
end
app.UITable4.Data=DataTable4;
DataTable5(:,1)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).P_max;
DataTable5(:,2)=app.trueStoredData(app.chosenParameters).fluxoMedio;
app.UITable5.Data=DataTable5;
app.PlotsDropDown.Value='Buoy Position & Velocity';
app.EquipmentsDropDown.Value='Hiperbaric Chamber';
if app.ModChoice==false

plot(app.UIAxes_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-1));

plot(app.UIAxes2_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-2));
elseif app.ModChoice==true

plot(app.UIAxes_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-5));

plot(app.UIAxes2_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-6));
end

```

```

app.UIAxes2_2.YLabel.String='Buoy Position(m)';
app.UIAxes2_2.YLabel.String='Buoy Velocity(m/s)';
app.UIAxes2_2.XLabel.String='Time(s)';
app.UIAxes2_2.XLabel.String='Time(s)';
app.UIAxes2_2.Title.String='Buoy Position';
app.UIAxes2_2.Title.String='Buoy Velocity';
app.UIAxes2_2.YGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.YGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.XGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.XGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.Visible='on';
app.UIAxes2_2.Visible='on';
app.EditField_6.Value=2*app.Results.chamberRadius;
app.EditField_7.Value=app.Results.chamberLength;
app.EditField_8.Value=app.Results.chamberRadius;
app.EditField_9.Value=app.Results.accumulatorDiameter/2;
app.EditField_10.Value=app.Results.accumulatorDiameter;
app.EditField_11.Value=app.Results.accumulatorLength;
app.EditField_12.Value=app.Results.pumpStroke;
app.EditField_13.Value=app.Results.pumpDiameter;
app.ShellLeftOverLengthEditField.Value=app.Results.shellLeftOverLength;
app.SpecificVelocityEditField.Value=app.Results.specificVelocity;
% app.MediumDiameterEditField.Value=app.Results.mediumTurbineDiameter;
% app.ExternalDiameterEditField.Value=app.Results.externalTurbineDiameter;
% app.InternalDiameterEditField.Value=app.Results.internalTurbineDiameter;
app.ShellDepthEditField.Value=app.Results.shellDepth;
% app.DivisorDiameterEditField.Value=app.Results.divisorDiameter;
app.ShellHoleEditField.Value=app.Results.shellHole;
app.InternalLengthEditField.Value=app.Results.internalLength;
app.TurbineDiameterEditField.Value=app.Results.turbineDiameter;
app.NumberOfShellsEditField.Value=app.Results.NumberOfShells;
app.ShellLengthEditField.Value=app.Results.shellLength;
app.ShellWidthEditField.Value=app.Results.shellWidth;
d.Value = 1;
d.Message = 'Calculations Complete';
pause(1)
fintime=cputime;
timer2=clock;
fileID=fopen('ElapsedTime.txt','w');
fprintf(fileID,'CPU TIME: %g\n',fintime-initime);
fprintf(fileID,'CLOCK: %g\n',etime(timer2,timer1));
fclose(fileID)

```

```

else
    message = sprintf('All fields must be filled!');
    uialert(app.DimensionatorUIFigure,message,'Warning',...
        'Icon','warning');
    return
end

    end

    % Button pushed function: BrowseraddedmassCSVButton
    function BrowseraddedmassCSVButtonPushed(app, event)
%Captação das entradas de massa adicional
try
[files, path] = uigetfile('*.csv');
dl = uiprogessdlg(app.DimensionatorUIFigure, 'Title', 'Please wait', ...

```

```

'Message','Loading Data','Cancellable','off','ShowPercentage','on');
pause(.5)
if isequal(files,0)
    message = sprintf('Please input a CSV files');
    uialert(app.DimensionatorUIFigure,message,'warning',...
'Icon','warning');
else
    ds = datastore(fullfile(path, files));
    while hasdata(ds)
        % Read a chunk as table
        AddedMassTable = read(ds);
        a=AddedMassTable{:,~};
        app.addedMassZZZ =a(:,2);
        app.omega0 =a(:,1);

        % TBD
        % process t
    end
end
d1.Value = 1;
d1.Message = 'Loading Complete';
pause(1)
catch
    message = sprintf('Please input only valid CSV files');
    uialert(app.DimensionatorUIFigure,message,'warning',...
'Icon','warning');
end

    end

    % Button pushed function: BrowserradiationDampeningButton
    function BrowserradiationDampeningButtonPushed(app, event)

```

```

%Captação da entrada de amortecimento

```

```

try
[files, path] = uigetfile('*.csv');
d1 = uiprogressdlg(app.DimensionatorUIFigure, 'Title','Please Wait',...
'Message','Loading Data','Cancellable','off','ShowPercentage','on');
pause(.5)
if isequal(files,0)
    message = sprintf('Please input CSV files');
    uialert(app.DimensionatorUIFigure,message,'warning',...
'Icon','warning');
else
    ds = datastore(fullfile(path, files));
    while hasdata(ds)
        % Read a chunk as table
        RadiationDampeningTable = read(ds);
        a=RadiationDampeningTable{:,~};
        app.NZZ=a(:,2);

        % TBD
        % process t
    end
end
d1.value = 1;
d1.Message = 'Loading Complete';
pause(1)

```

```

catch
    message = sprintf('Please input only valid CSV files');
    uialert(app.DimensionatorUIFigure,message,'warning',...
        'Icon','warning');
end

```

Os trechos abaixo tratam da detecção dos dados de entrada

```

end

% value changed function: EditField14
function EditField14ValueChanged(app, event)
    app.Eff2Volvalue = app.EditField14.value;

end

% value changed function: EditField14_5
function EditField14_5ValueChanged(app, event)
    app.Eff2Effvalue = app.EditField14_5.value;

end

% value changed function: EditField14_3
function EditField14_3ValueChanged(app, event)
    app.Eff2Pressvalue = app.EditField14_3.value;

end

% value changed function: EditField14_9
function EditField14_9ValueChanged(app, event)
    app.Eff2Sigvalue = app.EditField14_9.value;

end

% value changed function: EditField14_10
function EditField14_10ValueChanged(app, event)
    app.Vol2Effvalue = app.EditField14_10.value;

end

% value changed function: EditField14_4
function EditField14_4ValueChanged(app, event)
    app.Vol2Volvalue = app.EditField14_4.value;

end

% value changed function: EditField14_6
function EditField14_6ValueChanged(app, event)
    app.Vol2Pressvalue = app.EditField14_6.value;

end

% value changed function: EditField14_15
function EditField14_15ValueChanged(app, event)
    app.Vol2Sigvalue = app.EditField14_15.value;

end

```

```

% Value changed function: EditField14_11
function EditField14_11ValueChanged(app, event)
    app.Press2Effvalue = app.EditField14_11.Value;

end

% Value changed function: EditField14_16
function EditField14_16ValueChanged(app, event)
    app.Press2Volvalue = app.EditField14_16.Value;

end

% Value changed function: EditField14_2
function EditField14_2ValueChanged(app, event)
    app.Press2Pressvalue = app.EditField14_2.Value;

end

% Value changed function: EditField14_14
function EditField14_14ValueChanged(app, event)
    app.Press2Sigvalue = app.EditField14_14.Value;

end

% Value changed function: EditField14_8
function EditField14_8ValueChanged(app, event)
    app.Sig2Effvalue = app.EditField14_8.Value;

end

% Value changed function: EditField14_12
function EditField14_12ValueChanged(app, event)
    app.Sig2Volvalue = app.EditField14_12.Value;

end

% Value changed function: EditField14_7
function EditField14_7ValueChanged(app, event)
    app.Sig2Pressvalue = app.EditField14_7.Value;

end

% Value changed function: EditField14_13
function EditField14_13ValueChanged(app, event)
    app.Sig2Sigvalue = app.EditField14_13.Value;

end

% Value changed function: RoughnessEditField
function RoughnessEditFieldValueChanged(app, event)
    app.VolumeRoughness = app.RoughnessEditField.Value;
    if app.RoughnessEditField.Value > 5
message = sprintf('The Roughness is too high! \n Higher Roughness values can expontially
increase calculation time. ');
uialert(app.DimensionatorUIFigure,message,'warning',...
'Icon','warning');
    else

```

```

        end
    end

    % Value changed function: BuoyMassKgEditField
    function BuoyMassKgEditFieldValueChanged(app, event)
        app.BuoyMassvalue = app.BuoyMassKgEditField.Value;
    end

    % Value changed function: PeriodsEditField
    function PeriodsEditFieldValueChanged(app, event)
        app.Periodvalue = app.PeriodsEditField.Value;
    end

    % Value changed function: TfinalsEditField
    function TfinalsEditFieldValueChanged(app, event)
        app.Tfinalvalue = app.TfinalsEditField.Value;
    end

    % Value changed function: PressureSpanPaEditField
    function PressureSpanPaEditFieldValueChanged(app, event)
        app.minimumPressure = app.PressureSpanPaEditField.Value;
        if app.PressureSpanPaEditField.Value >= app.EditField.Value
            message = sprintf('Please input a value lower than of the next column');
            uialert(app.DimensionatorUIFigure, message, 'warning', ...
                'Icon', 'warning');
            app.PressureSpanPaEditField.Value = 101000;
        else
            end
    end

    % Value changed function: RadiationDampeningNsmEditField
    function RadiationDampeningNsmEditFieldValueChanged(app, event)
        app.R_rvalue = app.RadiationDampeningNsmEditField.Value;
    end

    % Value changed function: BuoyDensitykgmEditField
    function BuoyDensitykgmEditFieldValueChanged(app, event)
        app.BuoyDensityvalue = app.BuoyDensitykgmEditField.Value;
    end

    % Value changed function: WaveHeightmEditField
    function WaveHeightmEditFieldValueChanged(app, event)
        app.WaveHeightvalue = app.WaveHeightmEditField.Value;
    end

    % Value changed function: FlowSpanmsEditField
    function FlowSpanmsEditFieldValueChanged(app, event)
        app.minimumFlow = app.FlowSpanmsEditField.Value;
        if app.FlowSpanmsEditField.Value >= app.EditField_3.Value
            message = sprintf('Please input a value lower than of the next column');
            uialert(app.DimensionatorUIFigure, message, 'warning', ...
                'Icon', 'warning');

```

```

app.FlowSpanmEditField.Value=0.00001;
    else
    end

end

% value changed function: VolumeSpanmEditField
function VolumeSpanmEditFieldValueChanged(app, event)
    app.minimumVolume = app.VolumeSpanmEditField.Value;
    if app.VolumeSpanmEditField.Value>=app.EditField_2.Value
        message = sprintf('Please input a value lower than of the next column');
        uialert(app.DimensionatorUIFigure,message,'warning',...
'Icon','warning');
    app.VolumeSpanmEditField.Value=0.00001;
    else
    end
end

% value changed function: EditField_3
function EditField_3ValueChanged(app, event)
    value = app.EditField_3.Value;
    app.maximumFlow=value;
end

% value changed function: EditField_2
function EditField_2ValueChanged(app, event)
    value = app.EditField_2.Value;
    app.maximumVolume=value;
end

% value changed function: EditField
function EditFieldValueChanged(app, event)
    value = app.EditField.Value;
    app.maximumPressure=value;
end

% value changed function: EditField_5
function EditField_5ValueChanged(app, event)
    value = app.EditField_5.Value;
    app.PressureRoughness=value;
    if value>5
        message = sprintf('The Roughness is too high! \n Higher Roughness values can expontially
increase calculation time. ');
        uialert(app.DimensionatorUIFigure,message,'warning',...
'Icon','warning');
    else
    end
end

% value changed function: EditField_4
function EditField_4ValueChanged(app, event)
    value = app.EditField_4.Value;
    app.FlowRoughness=value;
    if value>5
        message = sprintf('The Roughness is too high! \n Higher Roughness values can expontially
increase calculation time. ');

```



```

uiaAlert(app.DimensionatorUIFigure,message,'warning',...
'Icon','warning');
    else
    end

```

Os trechos acima tratam da detecção dos dados de entrada

```

end

% Cell selection callback: UITable
function UITableCellSelection(app, event)
    %Removido ignorar
end

% Value changed function: PlotsDropDown
function PlotsDropDownValueChanged(app, event)
%Menu de listagem dos graficos
value = app.PlotsDropDown.Value;
option1='Buoy Position & Velocity';
option2='Piston Position';
option3='Internal Pressure & Exit Velocity';
option4='Inlet & Exit Flow';
option5='Torque & Power';
if ~isempty(app.UITable5.Data)
if strcmp(value,option1)
    if app.ModoChoice==false

plot(app.UIAxes_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-1));

plot(app.UIAxes2_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-2));
        elseif app.ModoChoice==true

plot(app.UIAxes_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-5));

plot(app.UIAxes2_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Y,2)-6));
    end
    app.UIAxes2_2.YLabel.String='Buoy Position(m)';
    app.UIAxes_2.YLabel.String='Buoy Velocity(m/s)';
    app.UIAxes2_2.XLabel.String='Time(s)';
    app.UIAxes_2.XLabel.String='Time(s)';
    app.UIAxes2_2.Title.String='Buoy Position';
    app.UIAxes_2.Title.String='Buoy Velocity';
    app.UIAxes_2.YGrid = 'on';
    app.UIAxes2_2.YGrid = 'on';
    app.UIAxes_2.XGrid = 'on';
    app.UIAxes2_2.XGrid = 'on';
    app.UIAxes_2.Visible='on';
appUIAxes_2.Visible='on';
elseif strcmp(value,option2)

```

```

if app.ModeChoice==false

plot(app.UIAxes2_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStored
Data(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).so
lution.Y,2)));
elseif app.ModeChoice==true

plot(app.UIAxes2_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStored
Data(app.chosenParameters).solution.Y(:,size(app.trueStoredData(app.chosenParameters).so
lution.Y,2)-4));
end
app.UIAxes2_2.YLabel.String='Piston Position(m)';
app.UIAxes2_2.XLabel.String='Time(s)';
app.UIAxes2_2.Title.String='Piston Position';
app.UIAxes2_2.YGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.XGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.Visible='off';
cla(app.UIAxes_2)
elseif strcmp(value,option3)

plot(app.UIAxes_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredD
ata(app.chosenParameters).exitVelocity);

plot(app.UIAxes2_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStored
Data(app.chosenParameters).internalPressure);
app.UIAxes2_2.YLabel.String='Internal Pressure(Pa)';
app.UIAxes_2.YLabel.String='Exit Velocity(m/s)';
app.UIAxes2_2.XLabel.String='Time(s)';
app.UIAxes_2.XLabel.String='Time(s)';
app.UIAxes2_2.Title.String='Internal Pressure';
app.UIAxes_2.Title.String='Exit Velocity';
app.UIAxes2_2.YGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.YGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.XGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.XGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.Visible='on';
elseif strcmp(value,option4)

plot(app.UIAxes_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredD
ata(app.chosenParameters).exitFlow);

plot(app.UIAxes2_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStored
Data(app.chosenParameters).inletFlow);
app.UIAxes2_2.YLabel.String='Inlet Flow(m³/s)';
app.UIAxes_2.YLabel.String='Exit Flow(m³/s)';
app.UIAxes2_2.XLabel.String='Time(s)';
app.UIAxes_2.XLabel.String='Time(s)';
app.UIAxes2_2.Title.String='Inlet Flow';
app.UIAxes_2.Title.String='Exit Flow';
app.UIAxes2_2.YGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.YGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.XGrid = 'on';
app.UIAxes2_2.XGrid = 'on';
app.UIAxes_2.Visible='on';
appUIAxes_2.Visible='on';
elseif strcmp(value,option5)

```

```

plot(app.UIAxes_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredData(app.chosenParameters).potenciaMecanica);

plot(app.UIAxes2_2,app.trueStoredData(app.chosenParameters).solution.Time,app.trueStoredData(app.chosenParameters).torqueMecanico);
    app.UIAxes2_2.YLabel.String='Torque(Nm)';
    app.UIAxes2_2.YLabel.String='Power(W)';
    app.UIAxes2_2.XLabel.String='Time(s)';
    app.UIAxes2_2.XLabel.String='Time(s)';
    app.UIAxes2_2.Title.String='Torque';
    app.UIAxes2_2.Title.String='Power';
    app.UIAxes2_2.YGrid = 'on';
    app.UIAxes2_2.YGrid = 'on';
    app.UIAxes2_2.XGrid = 'on';
    app.UIAxes2_2.XGrid = 'on';
    app.UIAxes2_2.Visible='on';
end
else
end

    end

    % Button pushed function: SaveResultstoCSVButton
    function SaveResultstoCSVButtonPushed(app, event)
%Gravação dos resultados
        if isempty(app.UITable.Data) || isempty(app.UITable2.Data) ...
            || isempty(app.UITable3.Data) || ...
            isempty(app.UITable4.Data) || isempty(app.UITable5.Data)
        else
            Table=array2table(app.UITable.Data);
            Table.Properties.VariableNames = app.UITable.ColumnName.';
            Table2=array2table(app.UITable2.Data);
            Table2.Properties.VariableNames = app.UITable2.ColumnName.';
            Table3=array2table(app.UITable3.Data);
            Table3.Properties.VariableNames = app.UITable3.ColumnName.';
            Table4=array2table(app.UITable4.Data);
            Table4.Properties.VariableNames = app.UITable4.ColumnName.';
            Table5=array2table(app.UITable5.Data);
            Table5.Properties.VariableNames = app.UITable5.ColumnName.';
            writetable(Table,'weightData.txt')
            writetable(Table2,'SystemVariables.txt')
            writetable(Table3,'Ranking.txt')
            writetable(Table4,'Buoy&PistonMovement.txt')
            writetable(Table5,'MaximumPower&flow.txt')
            writetable(app.ResultTable,'EquipmentDimensions.txt')

        end
    end

    % Value changed function: EquipmentsDropDown
    function EquipmentsDropDownValueChanged(app, event)
%Menu de listagem das dimensões dos equipamentos
        value = app.EquipmentsDropDown.Value;
        option1='Hiperbaric Chamber';
        option2='Hydropneumatic Accumulator';
        option3='Pump' ;
        option4='Pelton Turbine';
        if ~isempty(app.UITable5.Data)

```

```

if strcmp(value,option1)
    app.Button.Visible='off';
    app.Button_2.Visible='on';
    app.Button_3.Visible='off';
    app.Button4.Visible='off';
    app.EditField_6.Visible='on';
    app.EditField_7.Visible='on';
    app.EditField_8.Visible='on';
    app.EditField_9.Visible='off';
    app.EditField_10.Visible='off';
    app.EditField_11.Visible='off';
    app.EditField_12.Visible='off';
    app.EditField_13.Visible='off';
    app.ShellLeftOverLengthEditField.Visible='off';
        app.SpecificVelocityEditField.Visible='off';
        app.MediumDiameterEditField.Visible='off';
        app.ExternalDiameterEditField.Visible='off';
        app.InternalDiameterEditField.Visible='off';
        app.ShellDepthEditField.Visible='off';
        app.DivisorDiameterEditField.Visible='off';
        app.ShellHoleEditField.Visible='off';
        app.InternalLengthEditField.Visible='off';
        app.TurbineDiameterEditField.Visible='off';
        app.NumberOfShellsEditField.Visible='off';
        app.ShellLengthEditField.Visible='off';
        app.ShellWidthEditField.Visible='off';
            app.ShellLeftOverLengthEditFieldLabel.Visible='off';
        app.SpecificVelocityEditFieldLabel.Visible='off';
        app.MediumDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
        app.ExternalDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
        app.InternalDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
        app.ShellDepthEditFieldLabel.Visible='off';
        app.DivisorDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
        app.ShellHoleEditFieldLabel.Visible='off';
        app.InternalLengthEditFieldLabel.Visible='off';
        app.TurbineDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
        app.NumberOfShellsEditFieldLabel.Visible='off';
        app.ShellLengthEditFieldLabel.Visible='off';
        app.ShellWidthEditFieldLabel.Visible='off';
elseif strcmp(value,option2)
    app.Button_2.Visible='off';
    app.Button.Visible='on';
    app.Button_3.Visible='off';
    app.Button4.Visible='off';
    app.EditField_6.Visible='off';
    app.EditField_7.Visible='off';
    app.EditField_8.Visible='off';
    app.EditField_9.Visible='on';
    app.EditField_10.Visible='on';
    app.EditField_11.Visible='on';
    app.EditField_12.Visible='off';
    app.EditField_13.Visible='off';
    app.ShellLeftOverLengthEditField.Visible='off';
        app.SpecificVelocityEditField.Visible='off';
        app.MediumDiameterEditField.Visible='off';
        app.ExternalDiameterEditField.Visible='off';
        app.InternalDiameterEditField.Visible='off';

```

```

app.ShellDepthEditField.Visible='off';
app.DivisorDiameterEditField.Visible='off';
app.ShellHoleEditField.Visible='off';
app.InternalLengthEditField.Visible='off';
app.TurbineDiameterEditField.Visible='off';
app.NumberOfShellsEditField.Visible='off';
app.ShellLengthEditField.Visible='off';
app.ShellWidthEditField.Visible='off';
    app.ShellLeftOverLengthEditFieldLabel.Visible='off';
app.SpecificVelocityEditFieldLabel.Visible='off';
app.MediumDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
app.ExternalDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
app.InternalDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
app.ShellDepthEditFieldLabel.Visible='off';
app.DivisorDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
app.ShellHoleEditFieldLabel.Visible='off';
app.InternalLengthEditFieldLabel.Visible='off';
app.TurbineDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
app.NumberOfShellsEditFieldLabel.Visible='off';
app.ShellLengthEditFieldLabel.Visible='off';
app.ShellWidthEditFieldLabel.Visible='off';
elseif strcmp(value,option3)
    app.Button_3.Visible='on';
    app.Button_2.Visible='off';
    app.Button.Visible='off';
    app.Button4.Visible='off';
    app.EditField_6.Visible='off';
    app.EditField_7.Visible='off';
    app.EditField_8.Visible='off';
    app.EditField_9.Visible='off';
    app.EditField_10.Visible='off';
    app.EditField_11.Visible='off';
    app.EditField_12.Visible='on';
    app.EditField_13.Visible='on';
    app.ShellLeftOverLengthEditField.Visible='off';
        app.SpecificVelocityEditField.Visible='off';
        app.MediumDiameterEditField.Visible='off';
        app.ExternalDiameterEditField.Visible='off';
        app.InternalDiameterEditField.Visible='off';
        app.ShellDepthEditField.Visible='off';
        app.DivisorDiameterEditField.Visible='off';
        app.ShellHoleEditField.Visible='off';
        app.InternalLengthEditField.Visible='off';
        app.TurbineDiameterEditField.Visible='off';
        app.NumberOfShellsEditField.Visible='off';
        app.ShellLengthEditField.Visible='off';
        app.ShellWidthEditField.Visible='off';
            app.ShellLeftOverLengthEditFieldLabel.Visible='off';
            app.SpecificVelocityEditFieldLabel.Visible='off';
            app.MediumDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
            app.ExternalDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
            app.InternalDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
            app.ShellDepthEditFieldLabel.Visible='off';
            app.DivisorDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
            app.ShellHoleEditFieldLabel.Visible='off';
            app.InternalLengthEditFieldLabel.Visible='off';
            app.TurbineDiameterEditFieldLabel.Visible='off';

```

```

        app.NumberOfShellsEditFieldLabel.Visible='off';
        app.ShellLengthEditFieldLabel.Visible='off';
        app.ShellWidthEditFieldLabel.Visible='off';
elseif strcmp(value,option4)
    app.Button4.Visible='off';
    app.Button_2.Visible='off';
    app.Button_3.Visible='off';
    app.Button.Visible='off';
    app.EditField_6.Visible='off';
    app.EditField_7.Visible='off';
    app.EditField_8.Visible='off';
    app.EditField_9.Visible='off';
    app.EditField_10.Visible='off';
    app.EditField_11.Visible='off';
    app.EditField_12.Visible='off';
    app.EditField_13.Visible='off';
    app.ShellLeftOverLengthEditField.Visible='on';
        app.SpecificVelocityEditField.Visible='on';
        app.MediumDiameterEditField.Visible='off';
        app.ExternalDiameterEditField.Visible='off';
        app.InternalDiameterEditField.Visible='off';
        app.ShellDepthEditField.Visible='on';
        app.DivisorDiameterEditField.Visible='off';
        app.ShellHoleEditField.Visible='on';
        app.InternalLengthEditField.Visible='on';
        app.TurbineDiameterEditField.Visible='on';
        app.NumberOfShellsEditField.Visible='on';
        app.ShellLengthEditField.Visible='on';
        app.ShellWidthEditField.Visible='on';
        app.ShellLeftOverLengthEditFieldLabel.Visible='on';
        app.SpecificVelocityEditFieldLabel.Visible='on';
        app.MediumDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
        app.ExternalDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
        app.InternalDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
        app.ShellDepthEditFieldLabel.Visible='on';
        app.DivisorDiameterEditFieldLabel.Visible='off';
        app.ShellHoleEditFieldLabel.Visible='on';
        app.InternalLengthEditFieldLabel.Visible='on';
        app.TurbineDiameterEditFieldLabel.Visible='on';
        app.NumberOfShellsEditFieldLabel.Visible='on';
        app.ShellLengthEditFieldLabel.Visible='on';
        app.ShellWidthEditFieldLabel.Visible='on';

else
end
else
end
% app.TextArea_3.Value = {'sd'; 'xcs'; 'xs'};

end

% Callback function
function Modo2MenuSelected(app, event)
%Removido\Ignorar
app.Modo1Menu.Checked=false;
app.Modo2Menu.Checked=true;
app.ModoChoice=true;
end

```

```

        % Callback function
        function Modo1MenuSelected(app, event)
%Removido\ignorar
app.Modo1Menu.Checked=true;
app.Modo2Menu.Checked=false;
app.ModoChoice=false;
        end

        % Value changed function: WaterPlaneAreamEditField
        function WaterPlaneAreamEditFieldValueChanged(app, event)
%Entrada da area do plano da agua
        value = app.WaterPlaneAreamEditField.Value;
        app.waterPlaneArea=value;
        end
end

% App initialization and construction
methods (Access = private)

    % Create UIFigure and components
    function createComponents(app)

        % Create DimensionatorUIFigure
        app.DimensionatorUIFigure = uifigure;
        app.DimensionatorUIFigure.Position = [100 100 640 477];
        app.DimensionatorUIFigure.Name = 'Dimensionator';
        app.DimensionatorUIFigure.Resize = 'off';

        % Create TabGroup
        app.TabGroup = uitabgroup(app.DimensionatorUIFigure);
        app.TabGroup.Position = [1 1 640 477];

        % Create StartUpTab
        app.StartUpTab = uitab(app.TabGroup);
        app.StartUpTab.Title = 'Start Up';

        % Create TextArea
        app.TextArea = uitextarea(app.StartUpTab);
        app.TextArea.Eitable = 'off';
        app.TextArea.Position = [1 216 228 237];
        app.TextArea.Value = {'Este software possui fins acadêmicos e, portanto, não
deve ser utilizado, so nenhuma circunstância, na execução de projetos reais.'; 'This
software was developed for academic purposes and, therefore, should not be used, under
no circumstance, in the elaboration of a real project. '; ''; 'O autor deste software
não se responsabiliza por danos causados pelo uso direto ou indireto deste software.';
'The author of this softwares holds no responsibility over damages caused by the use,
direct or indirect, of this software.'; ''; 'Este software se utiliza dos dados das
ondas e da massa adicional e do amortecimento da bóia utilizada e de seus acoplamentos
para a simulação do comportamento do sistema de uma usina maremotriz.'; 'This software
uses the waves, and the added mass and radiation dampening data from the buoy and its
couplings for the simulation of the system behavior of a wave powerplant'; ''; 'Para o
bom funcionamento do programa, certifique-se que os arquivos CSV possuam apenas duas
colunas, sem cabeçários, sendo a primeira coluna a frequência e a segunda a propriedade
definida.'; 'For Smooth Operation of this software, please make sure that the CSV files
are composed of two columns, without headers, being the first the frequency and the
second the associated property'; ''; ''; 'Desenvolvedor: Gultembergue Carvalho

```

```

Rodrigues Oliveira'; 'Orientador: Wilson Luciano de Souza'};

% Create PassivityCheckBox
app.PassivityCheckBox = uicontrol(app.StartupTab);
app.PassivityCheckBox.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@PassivityCheckBoxValueChanged, true);
app.PassivityCheckBox.Text = 'Passivity';
app.PassivityCheckBox.Position = [377 414 69 22];
app.PassivityCheckBox.Value = true;

% Create InfiniteMassKgEditFieldLabel
app.InfiniteMassKgEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.InfiniteMassKgEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.InfiniteMassKgEditFieldLabel.Position = [214 195 96 22];
app.InfiniteMassKgEditFieldLabel.Text = 'Infinite Mass(Kg)';

% Create InfiniteMassKgEditField
app.InfiniteMassKgEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.InfiniteMassKgEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@InfiniteMassKgEditFieldValueChanged, true);
app.InfiniteMassKgEditField.Position = [325 195 100 22];
app.InfiniteMassKgEditField.Value = 53445.612;

% Create FilterCoarsingEditFieldLabel
app.FilterCoarsingEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.FilterCoarsingEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.FilterCoarsingEditFieldLabel.Position = [424 195 84 22];
app.FilterCoarsingEditFieldLabel.Text = 'Filter Coarsing';

% Create FilterCoarsingEditField
app.FilterCoarsingEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.FilterCoarsingEditField.Limits = [0 12];
app.FilterCoarsingEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@FilterCoarsingEditFieldValueChanged, true);
app.FilterCoarsingEditField.Position = [536 195 100 22];
app.FilterCoarsingEditField.Value = 10;

% Create BuoyMassKgEditFieldLabel
app.BuoyMassKgEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.BuoyMassKgEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.BuoyMassKgEditFieldLabel.Position = [222 157 88 22];
app.BuoyMassKgEditFieldLabel.Text = 'Buoy Mass(Kg)';

% Create BuoyMassKgEditField
app.BuoyMassKgEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.BuoyMassKgEditField.Limits = [0 Inf];
app.BuoyMassKgEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@BuoyMassKgEditFieldValueChanged, true);
app.BuoyMassKgEditField.Position = [325 157 100 22];
app.BuoyMassKgEditField.Value = 68696.16;

% Create BuoyDensitykgmEditFieldLabel
app.BuoyDensitykgmEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.BuoyDensitykgmEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.BuoyDensitykgmEditFieldLabel.Position = [389 157 148 22];
app.BuoyDensitykgmEditFieldLabel.Text = 'Buoy Density(kg/m³)';

```



```

% Create BuoyDensitykgmEditField
app.BuoyDensitykgmEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.BuoyDensitykgmEditField.Limits = [0 Inf];
app.BuoyDensitykgmEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@BuoyDensitykgmEditFieldValueChanged, true);
app.BuoyDensitykgmEditField.Position = [536 157 100 22];
app.BuoyDensitykgmEditField.Value = 410;

% Create PeriodsEditFieldLabel
app.PeriodsEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.PeriodsEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.PeriodsEditFieldLabel.Position = [256 119 54 22];
app.PeriodsEditFieldLabel.Text = 'Period(s)';

% Create PeriodsEditField
app.PeriodsEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.PeriodsEditField.Limits = [0 Inf];
app.PeriodsEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@PeriodsEditFieldValueChanged, true);
app.PeriodsEditField.Position = [325 119 100 22];
app.PeriodsEditField.Value = 7.3;

% Create WaveHeightmEditFieldLabel
app.WaveHeightmEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.WaveHeightmEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.WaveHeightmEditFieldLabel.Position = [411 119 108 22];
app.WaveHeightmEditFieldLabel.Text = 'Wave Height(m)';

% Create WaveHeightmEditField
app.WaveHeightmEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.WaveHeightmEditField.Limits = [0 Inf];
app.WaveHeightmEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@WaveHeightmEditFieldValueChanged, true);
app.WaveHeightmEditField.Position = [536 119 100 22];
app.WaveHeightmEditField.Value = 1.48;

% Create TfinalsEditFieldLabel
app.TfinalsEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.TfinalsEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.TfinalsEditFieldLabel.Position = [261 81 49 22];
app.TfinalsEditFieldLabel.Text = 'Tfinal(s)';

% Create TfinalsEditField
app.TfinalsEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.TfinalsEditField.Limits = [1 Inf];
app.TfinalsEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@TfinalsEditFieldValueChanged, true);
app.TfinalsEditField.Position = [325 81 100 22];
app.TfinalsEditField.Value = 100;

% Create FlowSpanmsEditFieldLabel
app.FlowSpanmsEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.FlowSpanmsEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.FlowSpanmsEditFieldLabel.Position = [430 81 94 22];
app.FlowSpanmsEditFieldLabel.Text = 'FlowSpan(m³/s)';

% Create FlowSpanmsEditField

```

```

app.FlowSpanmsEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.FlowSpanmsEditField.Limits = [1e-05 Inf];
app.FlowSpanmsEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@FlowSpanmsEditFieldValueChanged, true);
app.FlowSpanmsEditField.Position = [534 81 34 22];
app.FlowSpanmsEditField.Value = 1e-05;

% Create PressureSpanPaEditFieldLabel
app.PressureSpanPaEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.PressureSpanPaEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.PressureSpanPaEditFieldLabel.Position = [214 41 104 22];
app.PressureSpanPaEditFieldLabel.Text = 'PressureSpan(Pa)';

% Create PressureSpanPaEditField
app.PressureSpanPaEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.PressureSpanPaEditField.Limits = [101000 100000000];
app.PressureSpanPaEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@PressureSpanPaEditFieldValueChanged, true);
app.PressureSpanPaEditField.Position = [325 40 40 22];
app.PressureSpanPaEditField.Value = 1000000;

% Create VolumeSpanmEditFieldLabel
app.VolumeSpanmEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.VolumeSpanmEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.VolumeSpanmEditFieldLabel.Position = [432 40 92 22];
app.VolumeSpanmEditFieldLabel.Text = 'VolumeSpan(m³)';

% Create VolumeSpanmEditField
app.VolumeSpanmEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.VolumeSpanmEditField.Limits = [1e-05 Inf];
app.VolumeSpanmEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@VolumeSpanmEditFieldValueChanged, true);
app.VolumeSpanmEditField.Position = [534 40 34 22];
app.VolumeSpanmEditField.Value = 1e-05;

% Create EditField14
app.EditField14 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.EditField14.Limits = [0 9];
app.EditField14.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14ValueChanged, true);
app.EditField14.HorizontalAlignment = 'center';
app.EditField14.Position = [89 138 20 22];
app.EditField14.Value = 7;

% Create EditField14_2
app.EditField14_2 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.EditField14_2.Limits = [0 9];
app.EditField14_2.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_2ValueChanged, true);
app.EditField14_2.HorizontalAlignment = 'center';
app.EditField14_2.Enable = 'off';
app.EditField14_2.Position = [142 62 20 22];
app.EditField14_2.Value = 1;

% Create EditField14_3
app.EditField14_3 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.EditField14_3.Limits = [0 9];

```

```

        app.EditField14_3.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_3ValueChanged, true);
        app.EditField14_3.HorizontalAlignment = 'center';
        app.EditField14_3.Position = [142 138 20 22];
        app.EditField14_3.Value = 5;

% Create EditField14_4
        app.EditField14_4 = ueditfield(app.StartUpTab, 'numeric');
        app.EditField14_4.Limits = [0 9];
        app.EditField14_4.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_4ValueChanged, true);
        app.EditField14_4.HorizontalAlignment = 'center';
        app.EditField14_4.Enable = 'off';
        app.EditField14_4.Position = [89 100 20 22];
        app.EditField14_4.Value = 1;

% Create EditField14_5
        app.EditField14_5 = ueditfield(app.StartUpTab, 'numeric');
        app.EditField14_5.Limits = [0 9];
        app.EditField14_5.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_5ValueChanged, true);
        app.EditField14_5.HorizontalAlignment = 'center';
        app.EditField14_5.Enable = 'off';
        app.EditField14_5.Position = [36 138 20 22];
        app.EditField14_5.Value = 1;

% Create EditField14_6
        app.EditField14_6 = ueditfield(app.StartUpTab, 'numeric');
        app.EditField14_6.Limits = [0 9];
        app.EditField14_6.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_6ValueChanged, true);
        app.EditField14_6.HorizontalAlignment = 'center';
        app.EditField14_6.Position = [142 100 20 22];
        app.EditField14_6.Value = 0.2;

% Create EditField14_7
        app.EditField14_7 = ueditfield(app.StartUpTab, 'numeric');
        app.EditField14_7.Limits = [0 9];
        app.EditField14_7.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_7ValueChanged, true);
        app.EditField14_7.HorizontalAlignment = 'center';
        app.EditField14_7.Position = [142 25 20 22];
        app.EditField14_7.Value = 0.333333333333333;

% Create EditField14_8
        app.EditField14_8 = ueditfield(app.StartUpTab, 'numeric');
        app.EditField14_8.Limits = [0 9];
        app.EditField14_8.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_8ValueChanged, true);
        app.EditField14_8.HorizontalAlignment = 'center';
        app.EditField14_8.Position = [36 25 20 22];
        app.EditField14_8.Value = 0.2;

% Create EditField14_9
        app.EditField14_9 = ueditfield(app.StartUpTab, 'numeric');
        app.EditField14_9.Limits = [0 9];
        app.EditField14_9.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,

```

```

@EditField14_9ValueChanged, true);
    app.EditField14_9.HorizontalAlignment = 'center';
    app.EditField14_9.Position = [195 138 20 22];
    app.EditField14_9.Value = 5;

    % Create EditField14_10
    app.EditField14_10 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
    app.EditField14_10.Limits = [0 9];
    app.EditField14_10.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_10ValueChanged, true);
    app.EditField14_10.HorizontalAlignment = 'center';
    app.EditField14_10.Position = [36 100 20 22];
    app.EditField14_10.Value = 0.142857142857143;

    % Create EditField14_11
    app.EditField14_11 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
    app.EditField14_11.Limits = [0 9];
    app.EditField14_11.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_11ValueChanged, true);
    app.EditField14_11.HorizontalAlignment = 'center';
    app.EditField14_11.Position = [36 62 20 22];
    app.EditField14_11.Value = 0.2;

    % Create EditField14_12
    app.EditField14_12 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
    app.EditField14_12.Limits = [0 9];
    app.EditField14_12.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_12ValueChanged, true);
    app.EditField14_12.HorizontalAlignment = 'center';
    app.EditField14_12.Position = [89 25 20 22];
    app.EditField14_12.Value = 3;

    % Create EditField14_13
    app.EditField14_13 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
    app.EditField14_13.Limits = [0 9];
    app.EditField14_13.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_13ValueChanged, true);
    app.EditField14_13.HorizontalAlignment = 'center';
    app.EditField14_13.Enable = 'off';
    app.EditField14_13.Position = [195 25 20 22];
    app.EditField14_13.Value = 1;

    % Create EditField14_14
    app.EditField14_14 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
    app.EditField14_14.Limits = [0 9];
    app.EditField14_14.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_14ValueChanged, true);
    app.EditField14_14.HorizontalAlignment = 'center';
    app.EditField14_14.Position = [195 62 20 22];
    app.EditField14_14.Value = 3;

    % Create EditField14_15
    app.EditField14_15 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
    app.EditField14_15.Limits = [0 9];
    app.EditField14_15.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_15ValueChanged, true);
    app.EditField14_15.HorizontalAlignment = 'center';

```

```

app.EditField14_15.Position = [195 100 20 22];
app.EditField14_15.Value = 0.3333333333333333;

% Create EditField14_16
app.EditField14_16 = uieditfield(app.StartUpTab, 'numeric');
app.EditField14_16.Limits = [0 9];
app.EditField14_16.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField14_16ValueChanged, true);
app.EditField14_16.HorizontalAlignment = 'center';
app.EditField14_16.Position = [89 62 20 22];
app.EditField14_16.Value = 5;

% Create CalculateButton
app.CalculateButton = uibutton(app.StartUpTab, 'push');
app.CalculateButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@CalculateButtonPushed, true);
app.CalculateButton.Position = [403 11 100 22];
app.CalculateButton.Text = 'Calculate';

% Create DecisionMatrixLabel
app.DecisionMatrixLabel = uilabel(app.StartUpTab);
app.DecisionMatrixLabel.Position = [81 195 88 22];
app.DecisionMatrixLabel.Text = 'Decision Matrix';

% Create BrowserradiationDampeningButton
app.BrowserradiationDampeningButton = uibutton(app.StartUpTab, 'push');
app.BrowserradiationDampeningButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@BrowserradiationDampeningButtonPushed, true);
app.BrowserradiationDampeningButton.Position = [325 349 174 22];
app.BrowserradiationDampeningButton.Text = 'Browser radiation Dampening';

% Create BrowseraddedmassCSVButton
app.BrowseraddedmassCSVButton = uibutton(app.StartUpTab, 'push');
app.BrowseraddedmassCSVButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@BrowseraddedmassCSVButtonPushed, true);
app.BrowseraddedmassCSVButton.Position = [334 382 156 22];
app.BrowseraddedmassCSVButton.Text = 'Browser added mass CSV';

% Create Label
app.Label = uilabel(app.StartUpTab);
app.Label.HorizontalAlignment = 'center';
app.Label.Position = [0 138 35 22];

% Create VLabel_2
app.VLabel_2 = uilabel(app.StartUpTab);
app.VLabel_2.HorizontalAlignment = 'center';
app.VLabel_2.Position = [0 99 25 22];
app.VLabel_2.Text = 'v';

% Create Label_9
app.Label_9 = uilabel(app.StartUpTab);
app.Label_9.HorizontalAlignment = 'center';
app.Label_9.Position = [28 174 25 22];
app.Label_9.Text = '';

% Create Label_4
app.Label_4 = uilabel(app.StartUpTab);

```

```

app.Label_4.HorizontalAlignment = 'center';
app.Label_4.Position = [0 25 35 22];

% Create PLabel
app.PLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.PLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.PLabel.Position = [0 62 25 22];
app.PLabel.Text = 'P';

% Create PLabel_2
app.PLabel_2 = uilabel(app.StartupTab);
app.PLabel_2.HorizontalAlignment = 'center';
app.PLabel_2.Position = [134 174 25 22];
app.PLabel_2.Text = 'P';

% Create VLabel
app.VLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.VLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.VLabel.Position = [81 174 25 22];
app.VLabel.Text = 'V';

% Create Label_8
app.Label_8 = uilabel(app.StartupTab);
app.Label_8.HorizontalAlignment = 'center';
app.Label_8.Position = [187 174 35 22];

% Create RoughnessEditFieldLabel
app.RoughnessEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.RoughnessEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.RoughnessEditFieldLabel.Position = [329 275 66 22];
app.RoughnessEditFieldLabel.Text = 'Roughness';

% Create RoughnessEditField
app.RoughnessEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.RoughnessEditField.Limits = [1 Inf];
app.RoughnessEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@RoughnessEditFieldValueChanged, true);
app.RoughnessEditField.Position = [410 275 20 22];
app.RoughnessEditField.Value = 1;

% Create RadiationDampeningNsmEditFieldLabel
app.RadiationDampeningNsmEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.RadiationDampeningNsmEditFieldLabel.Position = [293 236 211 22];
app.RadiationDampeningNsmEditFieldLabel.Text = 'Radiation Dampening(N*s/m)';

% Create RadiationDampeningNsmEditField
app.RadiationDampeningNsmEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.RadiationDampeningNsmEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@RadiationDampeningNsmEditFieldValueChanged, true);
app.RadiationDampeningNsmEditField.Position = [462 236 100 22];
app.RadiationDampeningNsmEditField.Value = 45189.54415;

% Create EditField
app.EditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.EditField.Limits = [101000 100000000];
app.EditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditFieldValueChanged, true);

```

```

app.EditField.Position = [377 40 40 22];
app.EditField.Value = 3000000;

% Create EditField_2
app.EditField_2 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.EditField_2.Limits = [1e-05 Inf];
app.EditField_2.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField_2ValueChanged, true);
app.EditField_2.Position = [584 40 34 22];
app.EditField_2.Value = 1;

% Create EditField_3
app.EditField_3 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.EditField_3.Limits = [1e-05 Inf];
app.EditField_3.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField_3ValueChanged, true);
app.EditField_3.Position = [584 81 34 22];
app.EditField_3.Value = 0.0167;

% Create EditField_4
app.EditField_4 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.EditField_4.Limits = [1 Inf];
app.EditField_4.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField_4ValueChanged, true);
app.EditField_4.Position = [443 275 20 22];
app.EditField_4.Value = 1;

% Create EditField_5
app.EditField_5 = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.EditField_5.Limits = [1 Inf];
app.EditField_5.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditField_5ValueChanged, true);
app.EditField_5.Position = [475 275 20 22];
app.EditField_5.Value = 1;

% Create WaterPlaneAreamEditFieldLabel
app.WaterPlaneAreamEditFieldLabel = uilabel(app.StartupTab);
app.WaterPlaneAreamEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.WaterPlaneAreamEditFieldLabel.Position = [293 313 122 22];
app.WaterPlaneAreamEditFieldLabel.Text = 'Water Plane Area(m²)';

% Create WaterPlaneAreamEditField
app.WaterPlaneAreamEditField = uieditfield(app.StartupTab, 'numeric');
app.WaterPlaneAreamEditField.Limits = [0 Inf];
app.WaterPlaneAreamEditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@WaterPlaneAreamEditFieldValueChanged, true);
app.WaterPlaneAreamEditField.Position = [430 313 100 22];
app.WaterPlaneAreamEditField.Value = 50.193977;

% Create GraphsResultsTab
app.GraphsResultsTab = uitab(app.TabGroup);
app.GraphsResultsTab.Title = 'Graphs & Results';

% Create UIAxes_2
app.UIAxes_2 = uiaxes(app.GraphsResultsTab);
title(app.UIAxes_2, 'Title')
xlabel(app.UIAxes_2, 'x')

```

```

ylabel(app.UIAxes_2, 'Y')
app.UIAxes_2.Position = [1 159 319 294];

% Create UIAxes2_2
app.UIAxes2_2 = uiaxes(app.GraphsResultsTab);
title(app.UIAxes2_2, 'Title')
xlabel(app.UIAxes2_2, 'X')
ylabel(app.UIAxes2_2, 'Y')
app.UIAxes2_2.Position = [319 159 319 294];

% Create TextArea_2
app.TextArea_2 = uitextarea(app.GraphsResultsTab);
app.TextArea_2.Editable = 'off';
app.TextArea_2.Position = [319 68 320 92];
app.TextArea_2.Value = {'As unidades dos valores da tabela ao lado, da
esquerda a direita, estão em Watts e Watts por metro respectivamente.'; 'The units of
the values on the adjacent table are, from left to right, watts and watts per meter.'};

% Create PlotsDropDownLabel
app.PlotsDropDownLabel = uilabel(app.GraphsResultsTab);
app.PlotsDropDownLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.PlotsDropDownLabel.Position = [234 27 32 22];
app.PlotsDropDownLabel.Text = 'Plots';

% Create PlotsDropDown
app.PlotsDropDown = uidropdown(app.GraphsResultsTab);
app.PlotsDropDown.Items = {'Buoy Position & Velocity', 'Piston Position',
'Internal Pressure & Exit Velocity', 'Inlet & Exit Flow', 'Torque & Power'};
app.PlotsDropDown.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@PlotsDropDownValueChanged, true);
app.PlotsDropDown.Position = [281 27 203 22];
app.PlotsDropDown.Value = 'Buoy Position & Velocity';

% Create UITable5
app.UITable5 = uitable(app.GraphsResultsTab);
app.UITable5.ColumnName = {'Maximum_Power'; 'Average_Flux'};
app.UITable5.RowName = {};
app.UITable5.Position = [1 68 319 92];

% Create SaveResultstoCSVButton
app.SaveResultstoCSVButton = uibutton(app.GraphsResultsTab, 'push');
app.SaveResultstoCSVButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@SaveResultstoCSVButtonPushed, true);
app.SaveResultstoCSVButton.Position = [50 30 128 22];
app.SaveResultstoCSVButton.Text = 'Save Results to CSV';

% Create DecisionResultsTab
app.DecisionResultsTab = uitab(app.TabGroup);
app.DecisionResultsTab.Title = 'Decision Results';

% Create UITable
app.UITable = uitable(app.DecisionResultsTab);
app.UITable.ColumnName = {'Pairwise_weight'; 'Entropy_weight';
'Final_weight'};
app.UITable.RowName = {};
app.UITable.CellSelectionCallback = createCallbackFcn(app,
@UITableCellSelection, true);

```



```

app.UITable.Position = [1 268 432 185];

% Create UITable3
app.UITable3 = uitable(app.DecisionResultsTab);
app.UITable3.ColumnName = {'Efficiency'; 'Total_Volume'; 'Maximum_Pressure';
'Stddev_of_Piston'; 'Ranking'};
app.UITable3.RowName = {};
app.UITable3.Position = [0 84 433 185];

% Create TextArea_4
app.TextArea_4 = uitextarea(app.DecisionResultsTab);
app.TextArea_4.Editable = 'off';
app.TextArea_4.Position = [432 1 207 452];
app.TextArea_4.Value = {'Os métodos utilizados para a escolha dos parâmetros
ideais dentre os calculados se aproveita do metodo de definição de pesos por análise
hierárquica e pelo método entrópico aplicados no método MOORA como definido por
(moradian et al, 2018)'; '' 'The methods used for the decision making of the ideal
parameters among those calculated had their weights determined through AHP and entropy
applied on the MOORA method as developed by (moradian et al,2018)'};

% Create SizingTab
app.SizingTab = uitab(app.TabGroup);
app.SizingTab.Title = 'Sizing';

% Create EquipmentsDropDownLabel
app.EquipmentsDropDownLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.EquipmentsDropDownLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.EquipmentsDropDownLabel.Position = [441 24 69 22];
app.EquipmentsDropDownLabel.Text = 'Equipments';

% Create EquipmentsDropDown
app.EquipmentsDropDown = uidropdown(app.SizingTab);
app.EquipmentsDropDown.Items = {'Hiperbaric Chamber', 'Hydropneumatic
Accumulator', 'Pump', 'Pelton Turbine'};
app.EquipmentsDropDown.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EquipmentsDropDownValueChanged, true);
app.EquipmentsDropDown.Position = [525 24 100 22];
app.EquipmentsDropDown.Value = 'Hiperbaric Chamber';

% Create TextArea_3
app.TextArea_3 = uitextarea(app.SizingTab);
app.TextArea_3.Editable = 'off';
app.TextArea_3.Position = [438 77 201 376];
app.TextArea_3.Value = {'Todas as unidades das dimensões ao lado estão em
metros.'; 'All dimensions displayed are in meters'};

% Create Button
app.Button = uibutton(app.SizingTab, 'push');
app.Button.Icon = 'AcumuladorComSup.JPG';
app.Button.Position = [1 1 438 452];
app.Button.Text = '';

% Create Button_2
app.Button_2 = uibutton(app.SizingTab, 'push');
app.Button_2.Icon = 'DesenhoCamara.JPG';
app.Button_2.Position = [1 1 438 452];
app.Button_2.Text = '';

```

```

% Create Button_3
app.Button_3 = uibutton(app.SizingTab, 'push');
app.Button_3.Icon = 'bombacomp.JPG';
app.Button_3.Position = [0 1 442 452];
app.Button_3.Text = '';

% Create Button4
app.Button4 = uibutton(app.SizingTab, 'push');
app.Button4.Position = [475 235 100 22];
app.Button4.Text = 'Button4';

% Create EditField_6
app.EditField_6 = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.EditField_6.Editable = 'off';
app.EditField_6.HorizontalAlignment = 'left';
app.EditField_6.Position = [200 164 100 22];

% Create EditField_7
app.EditField_7 = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.EditField_7.Editable = 'off';
app.EditField_7.HorizontalAlignment = 'center';
app.EditField_7.Position = [138 305 100 22];

% Create EditField_8
app.EditField_8 = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.EditField_8.Editable = 'off';
app.EditField_8.HorizontalAlignment = 'center';
app.EditField_8.Position = [1 214 64 22];

% Create EditField_9
app.EditField_9 = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.EditField_9.Editable = 'off';
app.EditField_9.HorizontalAlignment = 'center';
app.EditField_9.Position = [237 292 100 22];

% Create EditField_10
app.EditField_10 = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.EditField_10.Editable = 'off';
app.EditField_10.HorizontalAlignment = 'left';
app.EditField_10.Position = [225 206 100 22];

% Create EditField_11
app.EditField_11 = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.EditField_11.Editable = 'off';
app.EditField_11.Position = [39 227 100 22];

% Create EditField_12
app.EditField_12 = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.EditField_12.Editable = 'off';
app.EditField_12.HorizontalAlignment = 'left';
app.EditField_12.Position = [299 235 100 22];

% Create EditField_13
app.EditField_13 = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.EditField_13.HorizontalAlignment = 'center';
app.EditField_13.Position = [270 143 100 22];

```

```

% Create ShellLeftOverLengthEditFieldLabel
app.ShellLeftOverLengthEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.ShellLeftOverLengthEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.ShellLeftOverLengthEditFieldLabel.Position = [219 261 125 22];
app.ShellLeftOverLengthEditFieldLabel.Text = 'Shell Left Over Length';

% Create ShellLeftOverLengthEditField
app.ShellLeftOverLengthEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.ShellLeftOverLengthEditField.Eitable = 'off';
app.ShellLeftOverLengthEditField.Position = [359 261 80 22];

% Create SpecificVelocityEditFieldLabel
app.SpecificVelocityEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.SpecificVelocityEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.SpecificVelocityEditFieldLabel.Position = [252 211 92 22];
app.SpecificVelocityEditFieldLabel.Text = 'Specific velocity';

% Create SpecificVelocityEditField
app.SpecificVelocityEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.SpecificVelocityEditField.Eitable = 'off';
app.SpecificVelocityEditField.Position = [359 211 80 22];

% Create MediumDiameterEditFieldLabel
app.MediumDiameterEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.MediumDiameterEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.MediumDiameterEditFieldLabel.Position = [244 207 100 22];
app.MediumDiameterEditFieldLabel.Text = 'Medium Diameter';

% Create MediumDiameterEditField
app.MediumDiameterEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.MediumDiameterEditField.Eitable = 'off';
app.MediumDiameterEditField.Position = [359 211 80 22];

% Create ExternalDiameterEditFieldLabel
app.ExternalDiameterEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.ExternalDiameterEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.ExternalDiameterEditFieldLabel.Position = [242 261 102 22];
app.ExternalDiameterEditFieldLabel.Text = 'External Diameter';

% Create ExternalDiameterEditField
app.ExternalDiameterEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.ExternalDiameterEditField.Eitable = 'off';
app.ExternalDiameterEditField.Position = [359 261 80 22];

% Create ShellDepthEditFieldLabel
app.ShellDepthEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.ShellDepthEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.ShellDepthEditFieldLabel.Position = [29 315 68 22];
app.ShellDepthEditFieldLabel.Text = 'Shell Depth';

% Create ShellDepthEditField
app.ShellDepthEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.ShellDepthEditField.Eitable = 'off';
app.ShellDepthEditField.Position = [112 315 81 22];

% Create ShellHoleEditFieldLabel

```

```

app.ShellHoleEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.ShellHoleEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.ShellHoleEditFieldLabel.Position = [37 369 60 22];
app.ShellHoleEditFieldLabel.Text = 'Shell Hole';

% Create ShellHoleEditField
app.ShellHoleEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.ShellHoleEditField.Eitable = 'off';
app.ShellHoleEditField.Position = [112 369 81 22];

% Create InternalLengthEditFieldLabel
app.InternalLengthEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.InternalLengthEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.InternalLengthEditFieldLabel.Position = [112 139 86 22];
app.InternalLengthEditFieldLabel.Text = 'Internal Length';

% Create InternalLengthEditField
app.InternalLengthEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.InternalLengthEditField.Eitable = 'off';
app.InternalLengthEditField.Position = [213 139 100 22];

% Create InternalDiameterEditFieldLabel
app.InternalDiameterEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.InternalDiameterEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.InternalDiameterEditFieldLabel.Position = [246 317 98 22];
app.InternalDiameterEditFieldLabel.Text = 'Internal Diameter';

% Create InternalDiameterEditField
app.InternalDiameterEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.InternalDiameterEditField.Eitable = 'off';
app.InternalDiameterEditField.Position = [359 314 80 22];

% Create TurbineDiameterEditFieldLabel
app.TurbineDiameterEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.TurbineDiameterEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.TurbineDiameterEditFieldLabel.Position = [245 369 98 22];
app.TurbineDiameterEditFieldLabel.Text = 'Turbine Diameter';

% Create TurbineDiameterEditField
app.TurbineDiameterEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.TurbineDiameterEditField.Eitable = 'off';
app.TurbineDiameterEditField.Position = [358 369 81 22];

% Create NumberofShellsEditFieldLabel
app.NumberofShellsEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.NumberofShellsEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.NumberofShellsEditFieldLabel.Position = [245 315 98 22];
app.NumberofShellsEditFieldLabel.Text = 'Number of Shells';

% Create NumberofShellsEditField
app.NumberofShellsEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.NumberofShellsEditField.Eitable = 'off';
app.NumberofShellsEditField.Position = [358 315 81 22];

% Create ShellLengthEditFieldLabel
app.ShellLengthEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.ShellLengthEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';

```

```

app.ShellLengthEditFieldLabel.Position = [25 207 72 22];
app.ShellLengthEditFieldLabel.Text = 'Shell Length';

% Create ShellLengthEditField
app.ShellLengthEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.ShellLengthEditField.Eitable = 'off';
app.ShellLengthEditField.Position = [112 207 81 22];

% Create ShellwidthEditFieldLabel
app.ShellwidthEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.ShellwidthEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.ShellwidthEditFieldLabel.Position = [31 261 66 22];
app.ShellwidthEditFieldLabel.Text = 'Shell width';

% Create ShellwidthEditField
app.ShellwidthEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.ShellwidthEditField.Eitable = 'off';
app.ShellwidthEditField.Position = [112 261 81 22];

% Create DivisorDiameterEditFieldLabel
app.DivisorDiameterEditFieldLabel = uilabel(app.SizingTab);
app.DivisorDiameterEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.DivisorDiameterEditFieldLabel.Position = [244 369 94 22];
app.DivisorDiameterEditFieldLabel.Text = 'Divisor Diameter';

% Create DivisorDiameterEditField
app.DivisorDiameterEditField = uieditfield(app.SizingTab, 'numeric');
app.DivisorDiameterEditField.Eitable = 'off';
app.DivisorDiameterEditField.Position = [359 369 80 22];

% Create NumericValuesTab
app.NumericValuesTab = uitab(app.TabGroup);
app.NumericValuesTab.Title = 'Numeric Values';

% Create UITable2
app.UITable2 = uitable(app.NumericValuesTab);
app.UITable2.ColumnName = {'Internal_Pressure'; 'Exit_Velocity';
'Inlet_Flow'; 'Exit_Flow'; 'Torque'; 'Mechanical_Power'};
app.UITable2.RowName = {};
app.UITable2.Position = [2 219 638 234];

% Create UITable4
app.UITable4 = uitable(app.NumericValuesTab);
app.UITable4.ColumnName = {'Time'; 'Buoy_Position'; 'Buoy_Velocity';
'Piston_Position'};
app.UITable4.RowName = {};
app.UITable4.Position = [2 1 637 219];
end
end

methods (Access = public)

% Construct app
function app = waveSolver

% Create and configure components
createComponents(app)

```

```

% Register the app with App Designer
registerApp(app, app.DimensionatorUIFigure)

% Execute the startup function
runStartupFcn(app, @startupFcn)

if nargin == 0
    clear app
end
end

% Code that executes before app deletion
function delete(app)

    % Delete UIFigure when app is deleted
    delete(app.DimensionatorUIFigure)
end
end
end

```

Função dataTreatment:

```

function
[CoeffsofP,trueCoeffofQ,Stability,Stability_before,PassivityCheckCell,Rs,coeffUse2,coeff
Use1]=dataTreatment(Filter,infiniteMass,omega0,addedMassZZ,NZZ,needPassivity,app)
try

```

Filtro

```

addedMassZZZ =medfilt1(addedMassZZ,Filter,'omitnan');
NZ=medfilt1(NZZ,Filter,'omitnan');
K_omega=(NZ)+1i.*(omega0.*(addedMassZZZ-infiniteMass));

```

Determinação dos parametros.

```

Peso=ones(1,length(omega0));
ordem_n=5; %Definição da ordem minima
ordem_m=ordem_n-1; %Definição da ordem relativa
[coeffsP,coeffsQ] = invfreqs(K_omega,omega0,ordem_m,ordem_n,Peso);
real_roots=zeros(1,length(coeffsQ));
verificationMass=false;
verificationDamp=false;
cont2=1;
storedData=cell(1,1,1);
maxCont1=20;
while verificationDamp==false || verificationMass==false

for cont1=1:maxCont1
K1_omega=freqs(coeffsP,coeffsQ,omega0);
parametricAddedMassZZ=imag(K1_omega./omega0)+infiniteMass;
parametricNZ=real(K1_omega);
storedData{1,:,cont1,cont2}=parametricAddedMassZZ(:,1);
storedData{2,:,cont1,cont2}=parametricNZ(:,1);
storedData{5,:,cont1,cont2}=K1_omega;

```

```

storedData{6,:,cont1,cont2}=coeffsP;
storedData{7,:,cont1,cont2}=coeffsQ;
storedData{8,:,cont1,cont2}=polyval(coeffsQ,omega0);
Peso=1./(abs(storedData{8,:,cont1,cont2}).^2);
[coeffsP,coeffsQ] = invfreqs(K_omega,omega0,ordem_m,ordem_n,Peso);
end
R_mass=1-sum((addedMassZZ-parametricAddedMassZZ).^2)/sum((addedMassZZ-
mean(addedMassZZ)).^2);
R_damp=1-sum((NZ-parametricNZ).^2)/sum((NZ-mean(NZ)).^2);

```

Checando grau de correlação

```

if R_mass>=0.97 && R_damp<=0.97
    verificationMass=true;
    verificationDamp=false;
    ordem_n=ordem_n+1;
    ordem_m=ordem_n-1;
elseif R_damp>=0.97 && R_mass<=0.97
    verificationDamp=true;
    verificationMass=false;
    ordem_n=ordem_n+1;
    ordem_m=ordem_n-1;
elseif R_damp>=0.97 && R_mass>=0.97
    verificationMass=true;
    verificationDamp=true;
else
    ordem_n=ordem_n+1;
    ordem_m=ordem_n-1;
end
storedData{3,:,cont1,cont2}=R_mass;
storedData{4,:,cont1,cont2}=R_damp;
cont2=cont2+1;
if cont2==20 %Evitando ordens grande demais
    break
else
end

```

```

end
Rs=cell(1,1);
Rs{1,1}='R_mass';
Rs{1,2}='R_damp';
for i=1:cont2-1
    Rs{i+1,1}=storedData{3,:,maxCont1,i};
    Rs{i+1,2}=storedData{4,:,maxCont1,i};
end

```

Passivity Checks

```

PassivityCheckCell=cell(1,1,1);
frequencyRange=linspace(1,1000,10000);
clear real
for i=1:cont2-1
    PassivityCheckCell{i,:,1}=real(freqs(storedData{6,:,cont1,i},storedData{7,:,cont1,i},frequencyRange));
    if all(PassivityCheckCell{1,:,1} >0)
        isPassive=true;
    end
end

```

```

    PassivityCheckCell{i,: ,2}=isPassive;
else
    isPassive=false;
    PassivityCheckCell{i,: ,2}=isPassive;
end
end
try
if needPassivity==true
    [PassiveRow,PassiveColumn]=find(cell2mat(PassivityCheckCell(:, :,2))==1);
    chosen=max(max((PassiveRow)));
elseif needPassivity==false
    chosen=cont2-1;
else
    chosen=cont2-1;
end
catch
chosen=cont2-1;
    fprintf('None of the terms is passive.Choosing the term with highest degree of
correlation.\n')
end

```

Garantindo a Estabilidade do sistema

```

rootsOfQ=roots(storedData{7,: ,cont1,chosen});
rootsOfQ2=zeros(1,length(rootsOfQ));
for i=1:length(rootsOfQ)
    real_roots(i)=real(rootsOfQ(i));
    if real_roots(i)>0
        real_roots(i)=-real_roots(i);
    else
        real_roots(i)=real_roots(i);
    end
    rootsOfQ2(i)=complex(real_roots(i),(imag(rootsOfQ(i))));
end
if all(real_roots<=0)
    Stability=true;
else
    Stability=false;
end
if all(rootsOfQ<=0)
    Stability_before=true;
else
    Stability_before=false;
end

```

Montagem dos novos parametros estaveis

```

newQ= sym('newQ');
yourpoly = expand(prod(newQ-rootsOfQ2));
coeffsNewQ=flip1r(double(coeffs(yourpoly)));
coeffUse1=false;
coeffUse2=false;
if Stability_before==true
    trueCoeffofQ=storedData{7,: ,cont1,chosen};
    coeffUse1=true;
else
    trueCoeffofQ=coeffsNewQ;

```



```
coeffUse2=true;
end
CoeffsofP=storedData{6,:,cont1,chosen};
```

```
catch e
message = sprintf('Something went wrong in the data treatment! \n Please verify if the
data was formatted correctly \n and try again. ');
uialet(app,message,'warning',...
'Icon','warning');
fprintf(1,'The identifier was:\n%s',e.identifier);
fprintf(1,'There was an error! The message was:\n%s',e.message)
return
end
end
```

Função derivationWaves:

```
function
[CoeffsofP,trueCoeffofQ,Stability,Stability_before,PassivityCheckCell,Rs,coeffUse2,coeff
Use1]=dataTreatment(Filter,infiniteMass,omega0,addedMassZZ,NZZ,needPassivity,app)
try
```

Filtro

```
addedMassZZZ =medfilt1(addedMassZZ,Filter,'omitnan');
NZ=medfilt1(NZZ,Filter,'omitnan');
K_omega=(NZ)+1i.*(omega0.*(addedMassZZZ-infiniteMass));
```

Determinação dos parametros.

```
Peso=ones(1,length(omega0));
ordem_n=5; %Definição da ordem minima
ordem_m=ordem_n-1; %Definição da ordem relativa
[coeffsP,coeffsQ] = invfreqs(K_omega,omega0,ordem_m,ordem_n,Peso);
real_roots=zeros(1,length(coeffsQ));
verificationMass=false;
verificationDamp=false;
cont2=1;
storedData=cell(1,1,1);
maxCont1=20;
while verificationDamp==false || verificationMass==false
```

```
for cont1=1:maxCont1
K1_omega=freqs(coeffsP,coeffsQ,omega0);
parametricAddedMassZZ=imag(K1_omega./omega0)+infiniteMass;
parametricNZ=real(K1_omega);
storedData{1,:,cont1,cont2}=parametricAddedMassZZ(:,1);
storedData{2,:,cont1,cont2}=parametricNZ(:,1);
storedData{5,:,cont1,cont2}=K1_omega;
storedData{6,:,cont1,cont2}=coeffsP;
storedData{7,:,cont1,cont2}=coeffsQ;
storedData{8,:,cont1,cont2}=polyval(coeffsQ,omega0);
Peso=1./(abs(storedData{8,:,cont1,cont2}).^2);
[coeffsP,coeffsQ] = invfreqs(K_omega,omega0,ordem_m,ordem_n,Peso);
end
```

```
R_mass=1-sum((addedMassZZ-parametricAddedMassZZ).^2)/sum((addedMassZZ-mean(addedMassZZ)).^2);
R_damp=1-sum((NZ-parametricNZ).^2)/sum((NZ-mean(NZ)).^2);
```

Checando grau de correlação

```
if R_mass>=0.97 && R_damp<=0.97
    verificationMass=true;
    verificationDamp=false;
    ordem_n=ordem_n+1;
    ordem_m=ordem_n-1;
elseif R_damp>=0.97 && R_mass<=0.97
    verificationDamp=true;
    verificationMass=false;
    ordem_n=ordem_n+1;
    ordem_m=ordem_n-1;
elseif R_damp>=0.97 && R_mass>=0.97
    verificationMass=true;
    verificationDamp=true;
else
    ordem_n=ordem_n+1;
    ordem_m=ordem_n-1;
end
storedData{3,:,cont1,cont2}=R_mass;
storedData{4,:,cont1,cont2}=R_damp;
cont2=cont2+1;
if cont2==20 %Evitando ordens grande demais
    break
else
end
end

Rs=cell(1,1);
Rs{1,1}='R_mass';
Rs{1,2}='R_damp';
for i=1:cont2-1
    Rs{i+1,1}=storedData{3,:,maxCont1,i};
    Rs{i+1,2}=storedData{4,:,maxCont1,i};
end
```

Passivity Checks

```
PassivityCheckCell=cell(1,1,1);
frequencyRange=linspace(1,1000,10000);
clear real
for i=1:cont2-1
    PassivityCheckCell{i,:,1}=real(freqs(storedData{6,:,cont1,i},storedData{7,:,cont1,i},frequencyRange));
    if all(PassivityCheckCell{1,:,1}>0)
        isPassive=true;
        PassivityCheckCell{i,:,2}=isPassive;
    else
        isPassive=false;
        PassivityCheckCell{i,:,2}=isPassive;
    end
end
```

```

try
if needPassivity==true
    [PassiveRow,PassiveColumn]=find(cell2mat(PassivityCheckCell(:, :, 2))==1);
    chosen=max(max((PassiveRow)));
elseif needPassivity==false
    chosen=cont2-1;
else
    chosen=cont2-1;
end
catch
chosen=cont2-1;
    fprintf('None of the terms is passive.Choosing the term with highest degree of
correlation.\n')
end

```

Garantindo a Estabilidade do sistema

```

rootsOfQ=roots(storedData{7, :, cont1, chosen});
rootsOfQ2=zeros(1, length(rootsOfQ));
for i=1: length(rootsOfQ)
    real_roots(i)=real(rootsOfQ(i));
    if real_roots(i)>0
        real_roots(i)=-real_roots(i);
    else
        real_roots(i)=real_roots(i);
    end
    rootsOfQ2(i)=complex(real_roots(i), (imag(rootsOfQ(i))));
end
if all(real_roots<=0)
    Stability=true;
else
    Stability=false;
end
if all(rootsOfQ<=0)
    Stability_before=true;
else
    Stability_before=false;
end

```

Montagem dos novos parametros estaveis

```

newQ= sym('newQ');
yourpoly = expand(prod(newQ-rootsOfQ2));
coeffsNewQ=flip1r(double(coeffs(yourpoly)));
coeffUse1=false;
coeffUse2=false;
if Stability_before==true
    trueCoeffofQ=storedData{7, :, cont1, chosen};
    coeffUse1=true;
else
    trueCoeffofQ=coeffsNewQ;
    coeffUse2=true;
end
CoeffsofP=storedData{6, :, cont1, chosen};

```

```

catch e
message = sprintf('Something went wrong in the data treatment! \n Please verify if the
data was formatted correctly \n and try again. ');
uialet(app,message,'Warning',...
'Icon','warning');
fprintf(1,'The identifier was:\n%s',e.identifier);
        fprintf(1,'There was an error! The message was:\n%s',e.message)
return
end
end

```

Função decisionProcess:

```

function
[chosenParameters,ranking,pairwiseweight,CI,CR,entropyweight,trueweight,decisionMatrix, .
..
normalizedDecisionMatrix,trueStoredData]=decisionProcess(trueStoredData,pairwiseMatrix,R
oughness,app,ModoChoice)
try

```

```

pressureRoughness=Roughness(1,1);
volumeRoughness=Roughness(1,2);
flowRoughness=Roughness(1,3);
endfinalCount=volumeRoughness+1;
endultimateCount=pressureRoughness+1;
endpenultimateCount=flowRoughness+1;
trueStoredData2=trueStoredData;

```

Removendo resultados que foram pulados.

```

for lalala=1:endfinalCount*endultimateCount*endpenultimateCount
    trueStoredData2(lalala).solution=[1,2];
end
issix = cellfun(@(x)any(isnan(x)),struct2cell(trueStoredData2));
issix2 = cellfun(@(x)any isempty(x)),struct2cell(trueStoredData2));
[rowsss,columnss,widthss] = ind2sub(size(issix),find(issix == true));
[rowsss2,columnss2,widthss2] = ind2sub(size(issix2),find(issix2 == true));
trueStoredData(widthss)=[];
trueStoredData(columnss2)=[];

```

Removendo resultados inviáveis

```

for theCountToEndAllCounts12=1:(size(trueStoredData,1))
if trueStoredData(theCountToEndAllCounts12).realEfficiency>=1
trueStoredData(theCountToEndAllCounts12).expandedVolume=[];
else

```

```

end
end
for theCountToEndAllCounts123=1:(size(trueStoredData,1))
if ModoChoice==false
if
max((trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).solution.Y(:,size(trueStoredData(theCount
ToEndAllCounts123).solution.Y,2))))>=0.8*trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).accum
ulatorLength-trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).d...
||
min((trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).solution.Y(:,size(trueStoredData(theCount
ToEndAllCounts123).solution.Y,2))))<=-trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).d
trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).expandedVolume=[];
else
end
elseif ModoChoice==true
if
max((trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).solution.Y(:,size(trueStoredData(theCount
ToEndAllCounts123).solution.Y,2)-
4))))>=0.8*trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).accumulatorLength-
trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).d...
||
min((trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).solution.Y(:,size(trueStoredData(theCount
ToEndAllCounts123).solution.Y,2)-4))))<=-trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).d
trueStoredData(theCountToEndAllCounts123).expandedVolume=[];
else
end
end
end
movement14=1;
isFinished=false;
while isFinished==false
if isempty(trueStoredData(movement14).expandedVolume)
trueStoredData(movement14)=[];
movement14=1;
else
movement14=movement14+1;
if movement14>size(trueStoredData,1)
isFinished=true;
else
end
end
if size(trueStoredData,1)==1
isFinished=true;
else
end
end
end

```

Construindo a matriz de decisao

```

CriteriaSize=4;
decisionMatrix=zeros(size(trueStoredData,1),CriteriaSize);
normalizedDecisionMatrix=zeros(size(trueStoredData,1),CriteriaSize);
resultsStandardDeviation=zeros(1,size(trueStoredData,1));

```

```

entropyValue=zeros(1,CriteriaSize);
degreeofDivergence=zeros(1,CriteriaSize);
entropyWeight=zeros(1,CriteriaSize);
trueWeight=zeros(1,CriteriaSize);
for theCountBeforetheCountToEndAllCounts=1:(size(trueStoredData,1))
x_adeviation=trueStoredData(theCountBeforetheCountToEndAllCounts).solution.Y;
if ModoChoice==false
resultsStandardDeviation(theCountBeforetheCountToEndAllCounts)=std(x_adeviation(:,size(tr
ueStoredData(1).solution.Y,2)));
elseif ModoChoice==true
resultsStandardDeviation(theCountBeforetheCountToEndAllCounts)=std(x_adeviation(:,size(tr
ueStoredData(1).solution.Y,2)-4));
end
end

```

Adicionando os dados a matriz

```

for theCountToEndAllCounts=1:(size(trueStoredData,1))
decisionMatrix(theCountToEndAllCounts,2)=trueStoredData(theCountToEndAllCounts).V_T;
decisionMatrix(theCountToEndAllCounts,3)=trueStoredData(theCountToEndAllCounts).maximumP
ressure;
decisionMatrix(theCountToEndAllCounts,1)=trueStoredData(theCountToEndAllCounts).realEffi
ciency;
decisionMatrix(theCountToEndAllCounts,4)=resultsStandardDeviation(theCountToEndAllCounts
);
end

```

Normalizando a matriz

```

for count4321=1:CriteriaSize
normalizedDecisionMatrix(:,count4321)=(decisionMatrix(:,count4321))/(sqrt(sum(((decision
Matrix(:,count4321)).^2)));
end
for count4322=1:CriteriaSize
entropyValue(count4322)=-
(1/log(length(normalizedDecisionMatrix(:,count4322))))*sum(normalizedDecisionMatrix(:,co
unt4322).*log(normalizedDecisionMatrix(:,count4322)));
end
for count4323=1:CriteriaSize
degreeofDivergence(count4323)=abs(1-entropyValue(count4323));
end
for count4324=1:CriteriaSize
entropyWeight(count4324)=degreeofDivergence(count4324)/sum(degreeofDivergence);
end

```

Determinando a matriz de pares

```

try
[eigenVectors,eigenValues]=eig(pairwiseMatrix);
maxEigenValue=max(max(eigenValues));
[maxEigenRow,maxEigenColumn]=find(eigenValues==maxEigenValue);

```

```

pairwiseweight=abs(eigenVectors(maxEigenColumn,:));
CI=(maxEigenValue-size(decisionMatrix,2))/(size(decisionMatrix,2)-1);
CR=CI/0.9;%0.9 valor tabelado de RI
if CI>0.1 || CR>0.1
fprintf('Error in the pairwise matrix,Results maybe innacurate.Please redefine the
matrix and try again.\n')
else
end
catch
fprintf('Error in the Pairwise matrix.Please redefine the matrix and try again.\n')
end
for count4325=1:CriteriaSize
trueweight(count4325)=(entropyweight(count4325).*pairwiseweight(count4325))/(sum(entropy
weight.*pairwiseweight));
end

```

Ranking

```

ranking=zeros(size(normalizedDecisionMatrix,1),1);
for really=1:size(normalizedDecisionMatrix,1)
ranking(really,1)=trueweight(1,1)*normalizedDecisionMatrix(really,1)-
(trueweight(1,2)*normalizedDecisionMatrix(really,2)+trueweight(1,3)*normalizedDecisionMa
trix(really,3)+trueweight(1,4)*normalizedDecisionMatrix(really,4));
end
[M,I] = max(ranking(:));
[I_row, I_col] = ind2sub(size(ranking),I);
if length(decisionMatrix)==1
chosenParameters=1;
else
chosenParameters=I_row;
end

catch e
if isempty(trueStoredData)
message = sprintf('Bad Parameters! \n Please try again with different initial values. ');
uialet(app,message,'warning',...
'Icon','warning');
else
message = sprintf('Something went wrong in the decision process! \n Please verify if
the data inputted \n and try again. ');
uialet(app,message,'warning',...
'Icon','warning');
fprintf(1,'The identifier was:\n%s',e.identifier);
fprintf(1,'There was an error! The message was:\n%s',e.message);
end
return
end
end

```

Função equipmentSizing:

```

function [Results]=equipmentSizing(trueStoredData,chosen,app)
try
% Dimensionamento Equipamentos
% Reservatório

```

```

resevoirVolume=3*trueStoredData(chosen).accumulatorVolume;
internalLength=resevoirVolume^(1/3);
% Turbina
turbineDiameter=trueStoredData(chosen).turbineRadius*2;
jetDiameter=trueStoredData(chosen).maximumJetDiameter;
specificVelocity=240*(trueStoredData(chosen).jetDiameter/turbineDiameter);
minimumNumberOfShells=12+0.7*(turbineDiameter/jetDiameter);
NumberOfShells=1.5*minimumNumberOfShells;
maximumJetDiameter=trueStoredData(chosen).maximumJetDiameter;
shellLength=2*maximumJetDiameter;
shellWidth=3*maximumJetDiameter;
shellDepth=0.95*maximumJetDiameter;
shellLeftOverLength=0.13*maximumJetDiameter;
shellHole=1.25*maximumJetDiameter;
estimatedVelocity=mean(trueStoredData(chosen).exitVelocity);
%Camara
C_1=2.76;
K_1=0.5;
chamberRadius=(3*(trueStoredData(chosen).chamberVolume))/(pi*(3*C_1-8*K_1));
chamberLength=chamberRadius*(C_1+4*K_1);
headHeight=(K_1*chamberRadius)/2;
%Gravação dos resultados
Results.headHeight=headHeight;
Results.chamberLength=chamberLength;
Results.chamberRadius=chamberRadius;
Results.chamberVolume=trueStoredData(chosen).chamberVolume;
Results.shellHole=shellHole;
Results.shellLeftOverLength=shellLeftOverLength;
Results.shellDepth=shellDepth;
Results.shellWidth=shellWidth;
Results.shellLength=shellLength;
Results.NumberOfShells=NumberOfShells;
Results.specificVelocity=specificVelocity;
Results.turbineDiameter=turbineDiameter;
Results.internalLength=internalLength;
Results.resevoirVolume=resevoirVolume;
Results.pumpStroke=trueStoredData(chosen).pumpStroke;
Results.stroke2boreRatio=trueStoredData(chosen).stroke2boreRatio;
Results.pumpVolume=trueStoredData(chosen).pumpVolume;
Results.pumpDiameter=trueStoredData(chosen).pumpDiameter;
Results.accumulatorVolume=trueStoredData(chosen).accumulatorVolume;
Results.accumulatorDiameter=trueStoredData(chosen).accumulatorDiameter;
Results.accumulatorRatio=trueStoredData(chosen).accumulatorRatio;
Results.accumulatorLength=trueStoredData(chosen).accumulatorLength;
Results.d=trueStoredData(chosen).d;
Results.A_2=trueStoredData(chosen).A_2;
catch
    if isempty(trueStoredData)
        message = sprintf('Bad Parameters! \n Please try again with different initial values. ');
        uialert(app,message,'Warning',...
            'Icon','warning');
    else
        message = sprintf('Something went wrong in results calculation! \n Please restart the
software and try again. ');
        uialert(app,message,'Warning',...
            'Icon','warning');
    end

```



```
return  
end  
end
```